

ACTA AGRONOMICA

ACADEMIAE SCIENTIARUM
HUNGARICAE

ADIUVANTIBUS

B. BÉLL, Z. FEKETE, B. GYÓRFFY, L. KREYBIG, E. OBERMAYER, I. OKÁLYI,
I. RÁZSÓ, A. SOMOS, J. SCHANDL, K. SEDLMAYR, G. UBRIZSY, I. VÁGSELLYEI

REDIGIT

J. SURÁNYI

TOMUS V

FASCICULI 1-2



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST, 1955

ACTA AGRON. HUNG.

ACTA AGRONOMICA

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA AGRÁRTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL: BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY UTCA 21.

Az Acta Agronomica orosz, francia, angol és német nyelven közöl értekezéseket az agrártudomány tárgyköréből.

Az Acta Agronomica változó terjedelmű füzetekben jelenik meg, több füzet alkot egy kötetet.

A közlésre szánt kéziratok, géppel írva, a következő címre küldendők:

Acta Agronomica
Budapest 62, Postafiók 440.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi és kiadóhivatali levelezés.

Az Acta Agronomica előfizetési ára kötetenként belföldre 80 Ft, külföldre 110 Ft. Megrendelhető a belföld számára az Akadémiai Kiadónál (Budapest, V. Alkotmány utca 21. Bankszámla 04-878-111-46), a külföld számára pedig a «Kultúra» Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalatnál (Budapest, VI., Sztálin út 21. Bankszámla: 43-790-057-181), vagy külföldi képviselőinél és bizományosainál.

«Acta Agronomica» публикуют трактаты из области сельскохозяйственных наук на русском, французском, английском и немецком языках.

«Acta Agronomica» выходят отдельными выпусками разного объема. Несколько выпусков составляют один том.

Предназначенные для публикации рукописи (в напечатанном на машинке виде) следует направлять по адресу:

Acta Agronomica
Budapest 62, Postafiók 440.

По этому же адресу направлять всякую корреспонденцию для редакции и администрации.

Подписная цена «Acta Agronomica» — 110 форинтов за том. Заказы принимает предприятие по внешней торговле книг и газет «Kultúra» (Budapest, VI., Sztálin út 21. Текущий счет № 43-790-057-181) или его заграничные представительства и уполномоченные.

DIE ATMUNG DER GERODETEN ZUCKERRÜBENWURZEL WÄHREND DER LAGERUNG

Von

Frau M. VAJNA-PAPP und S. VAJNA

FORSCHUNGSINSTITUT FÜR DIE ZUCKERINDUSTRIE, BUDAPEST

(Eingegangen am 10. April 1954)

I. DER EINFLUSS DER RÜBEN OBERFLÄCHE UND DER TEMPERATUR

Die Zuckerrübe setzt ihre Atmungstätigkeit auch nach ihrer Ernte fort. Dieser Vorgang geht zu Lasten des Zuckergehaltes der Rübe vor sich, so dass die Menge des Zuckers in der lagernden Rübe ständig abnimmt. Da sich die Lagerung der Rübe nicht vermeiden lässt, ist immer mit der Abnahme des Zuckergehaltes zu rechnen; immerhin kann durch eine entsprechende Wahl der Lagerungsverhältnisse erreicht werden, dass dieser Verlust in einem möglichst kleinen Rahmen gehalten wird.

Zur Lösung dieses Problems wurden zwei Wege gewählt. Einerseits wurde die Rübenlagerung im grossen Massstab untersucht und dabei versucht, die günstigsten Methoden hierfür zu finden [1]. Aus diesen Untersuchungen ging hervor, dass jene ausländischen Feststellungen, die sich auf die Grösse der durch die Lagerung bedingten Zuckerverluste der Rübe beziehen, auf die ungarischen Zuckerrüben nicht zutreffen. Der zweite Weg, der eingeschlagen wurde, bestand in der Verfolgung des Atmungsprozesses einzelner Rüben im Laboratorium. Hierdurch sollte einesteils eine ausführlichere Erklärung für die Ergebnisse der grossindustriellen Versuche gewonnen werden, und anderenteils bestand die Aufgabe in der Ausarbeitung einer Methode, die eine längere Lagerung und grossangelegte Versuche überflüssig macht, wobei auch die in jüngster Zeit in den Vordergrund gerückten Atmungshemmstoffe (wie z. B. Maleinhydrazid usw.) eine Bewertung erfahren würden. Zur Verwirklichung dieses Zieles mussten auch die Bedingungen festgestellt werden, bei deren Einhaltung man imstande ist, wirklich reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten und so die auf Einwirkung der verschiedenen Chemikalien eingetretenen Veränderungen auch zahlenmässig auszudrücken. Im nachstehenden sollen nun die im Laboratorium erhaltenen Ergebnisse eingehender geschildert werden.

Arbeiten mit einem ähnlichen Ziel waren schon aus der Literatur bekannt, doch lösten sie nur zum Teil die von uns gestellte Aufgabe. Als erster führte *Strohmer* [2] Messungen zur Bestimmung des Zusammenhanges zwischen der Menge des bei der Atmung der Zuckerrübe entstandenen Kohlendioxyds und

der Abnahme des Zuckergehaltes der Rübe durch. Laut seiner Feststellungen ist der Zuckerverlust grösser als es der Abgabe von CO_2 entsprechen würde. Bei der Untersuchung der Zuckerrübe benutzte er indessen einen Keilbohrer, der bekanntlich keine gut reproduzierbaren Ergebnisse zeitigt; ferner begann er eine Teil der Rüben zu keimen, der andere verschimmelte, so dass ein zusätzlicher Zuckerverlust entstand. Infolgedessen können seine Folgerungen nicht als stichhaltig betrachtet werden.

Stoklasa [3] untersuchte die Umstände der normalen und der »intramolekularen« Atmung der Rübe als Funktion der Temperatur. Er führte seine Versuche mit Hilfe von strömender Luft aus, wobei er ebenfalls die Menge des abgegebenen CO_2 mass. Zur Ausschaltung von individuellen Unterschieden untersuchte er die gleichen Rüben bei verschiedenen Temperaturen. Die einzelnen Teile der Rübe atmen mit einer vom Kopf bis zur Wurzelspitze abnehmenden Intensität. Seine Angaben beziehen sich — ähnlich wie bei anderen Forschern — auf Gewichtseinheiten.

Zur Klärung dieser Frage wurden auch von *Oparin* [4] ausgedehnte Messungen durchgeführt. Laut seiner Feststellungen sind die Menge des verbrauchten O_2 und die entstandene CO_2 -Menge äquivalent, also kann es sich nur um die Verbrennung von Zucker handeln. Doch gibt auch er einen grösseren Zuckerverlust an, als sich aus der Atmung errechnen lässt. Er war es gleichfalls, der die Feststellung machte, dass die frisch ausgegrabene Rübe ein oder zwei Tage kräftiger atmet, wonach die Atmung mit einer gleichmässigen Geschwindigkeit erfolgt, die dann auch bis zum Ende unverändert bleibt. Nach ihm ist die Atmungsgeschwindigkeit an der verletzten Fläche ebenfalls grösser, doch sinkt auch sie nach einigen Tagen, was er mit der Verkorkung der frischen Wundfläche erklärt. Leider sind die Methoden nicht bekannt, mit denen er den Zuckergehalt bestimmte. Auch die Versuche von *Risskina* [5] bestätigen die obigen Ergebnisse, doch gibt auch sie in ihrer Arbeit keine Beschreibung der Messmethode. Dagegen geht auch aus ihren Messungen hervor, dass der Atmungsquotient — wir halten diesen Ausdruck für die Bezeichnung des in Äquivalenten ausgedrückten Verhältnisses zwischen dem verbrauchten O_2 und dem entstandenen CO_2 für richtiger als das oft gebrauchte Wort Koeffizient — eins oder nahezu eins beträgt. Erst am Ende der Lagerung, in den Frühjahrsmonaten weicht dieses Verhältnis stärker von eins ab, was ja natürlich ist, da sich die Rübe zu diesem Zeitpunkt bereits für das 2. Vegetationsjahr vorzubereiten beginnt.

Bei unseren eigenen Messungen wurde von einer Untersuchung der die Atmung hervorruhenden enzymatischen Prozesse abgesehen, da das gesteckte Ziel in erster Linie in der Verwirklichung der erwähnten Reproduzierbarkeit und in der Aufdeckung derjenigen Gesetzmässigkeiten bestand, die ohne Einwirkung von Aussenfaktoren festgestellt werden können. Es musste also ein Apparat konstruiert werden, der ausser einer dem Zweck entsprechenden Ein-

fachheit und leichten Handhabung eine hinreichende Genauigkeit gewährleistete. Die ausführliche Beschreibung des Apparates soll bei der Schilderung der Versuche gegeben werden, hier sei bloss erwähnt, dass er sich einerseits zur ständigen Messung des O_2 -Verbrauches sowohl von ganzen Rüben als auch von Rübenschnitten mit einer Genauigkeit von $1/10$ ml eignete, u. zw. auch bei einem einmaligen Verbrauch von 50 ml oder mehr. Andererseits konnte auch die Kohlensäure, die durch die sich im Apparat befindliche Natronlauge gebunden wurde, mit der üblichen Genauigkeit bestimmt werden. Hierbei wurde der

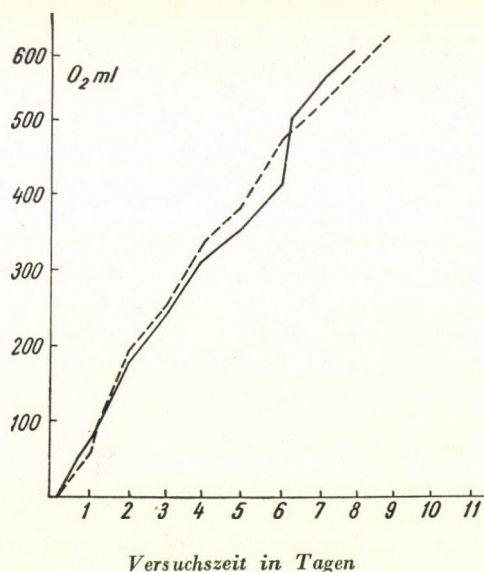


Abb. 1. Sauerstoffaufnahme der beiden Hälften einer Rübe

Apparat in Thermostaten von unterschiedlicher Temperatur gestellt und die Menge des aufgenommenen O_2 gemessen.

Die Messungen erfolgten in der Weise, dass die zu untersuchende Rübe zuerst für einige Stunden in den Thermostaten gelegt wurde, damit sie dessen Temperatur annehme. Dasselbe geschah auch mit dem zusammengestellten Apparat. Danach wurde die Rübe in das Glasgefäß gehängt und nach dessen Verschliessen der Sauerstoffbehälter bis zur Marke aufgefüllt. Das bei der Atmung entstandene CO_2 wurde von der Natronlauge aufgenommen, wobei infolge der eingetretenen Druckverminderung O_2 aus dem Behälter in das Gefäß strömte. Die Verminderung des Sauerstoffvolumens im Gefäß wurde zweimal täglich abgelesen. Gleichzeitig damit wurde der verbrauchte Sauerstoff im Gefäß ergänzt, so dass die Atmung bei nur sehr geringen Volumschwankungen erfolgte. Es erwies sich auch als zweckmässig, das Gefäß oft zu schütteln, damit die Lauge das gesamte CO_2 absorbieren könne.

Die bei den einzelnen Ablesungen gemessenen Sauerstoffmengen wurden natürlich auf 0°C und 760 mm umgerechnet und in ein Diagramm aufgetragen, wo die Abszisse die Zahl der Tage und die Ordinate den aufgenommenen Sauerstoff in ml veranschaulichen. Auf diese Weise erhält man in der Regel Punkte, die innerhalb einer Geraden liegen. Die Tangente des Neigungswinkels zwischen dieser Gerade und der Abszisse gibt die Atmungsgeschwindigkeit an. Da in den ersten Tagen häufig kleinere Unregelmässigkeiten beobachtet werden konnten, wurde der Neigungswinkel in diesen Fällen erst vom Beginn der gleichmässigen Atmung an gemessen. In diesem Fall ist die Menge des gesamten verbrauchten O_2 natürlich nicht dem Produkt von Geschwindigkeit und Zahl der Tage gleich, doch ist der Unterschied nicht gross. Die Atmungsgeschwindigkeit wurde in ml des täglich verbrauchten Sauerstoffs ausgedrückt.

Zur Feststellung der Reproduzierbarkeit wurden zuerst halbe Rüben von gleichem Volumen und Oberfläche, die aus derselben Rübe ausgeschnitten wurden, in den Atmungsmessapparat gelegt. Der Verlauf der Sauerstoffaufnahme ist in Abb. 1 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Atmungsgeschwindigkeiten der einzelnen Rübenhälften — abgesehen von einigen kleineren individuellen Schwankungen — völlig miteinander übereinstimmen.

Der Einfluss der Oberfläche auf die Atmung

Das nächste Ziel war klarzustellen, ob die Atmungsgeschwindigkeit der Rübe ihrem Volumen oder ihrer Oberfläche proportional ist. Es wurde angenommen, dass die Atmung als eine in zwei Phasen ablaufende Reaktion der Grenzflächengrösse der Phasen proportional ist. Zu diesem Zwecke wurden die nachstehenden Versuche in mehrmaliger Wiederholung ausgeführt, von denen hier nur jeweils einer beschrieben werden soll.

Die Rüben wurden zu Stücken von ungefähr gleicher Oberfläche, aber verschiedenem Volumen zerschnitten und diese Schnitten in je einen Apparat gelegt. Die Herstellung der Schnitten erfolgte in der Weise, dass die Rüben der Länge nach zerschnitten wurden, um die aus der Literatur bereits bekannte Fehlerquelle auszuschalten, die infolge der ungleichmässigen Atmung längs der Rübenachse bei den verschiedenen Rübenteilen auftritt. Zur Messung der ausgeschnittenen Oberflächen wurde ein Planimeter verwendet. Der Gang der Sauerstoffaufnahme ist in Abb. 2 dargestellt. Das Verhältnis der Oberflächen der beiden Rübenschnitten betrug 100 : 121, das ihrer Gewichte 100 : 189. Die Menge des beim Atmen aufgenommenen O_2 war in den ersten vier Tagen annähernd gleich gross, doch verhielten sich die gesamten aufgenommenen O_2 -Mengen nach 12 Tagen wie 100 : 119. Dieses Verhältnis entspricht fast genau dem Verhältnis der Oberflächen, doch weicht es von dem der Gewichte stark ab. In Abb. 2 ist die Geschwindigkeit auf die gleiche Fläche umgerechnet angegeben.

Danach wurde die Gegenprobe durchgeführt, u. zw. wurden Rübenschnitten von gleichem Gewicht, aber unterschiedlicher Oberfläche ähnlich wie oben atmen gelassen. Das Ergebnis ist aus Abb. 3 ersichtlich. Das Verhältnis der Oberflächen betrug 100 : 157 und das Verhältnis der in 7 Tagen aufgenommenen Sauerstoffmengen 100 : 157,3.

Unsere Annahme war also tatsächlich richtig, denn es wurde der Beweis erbracht, dass die Atmungsgeschwindigkeit der Zuckerrübe ihrer Oberfläche proportional ist. Diese Feststellung bezieht sich natürlich nur auf grössere

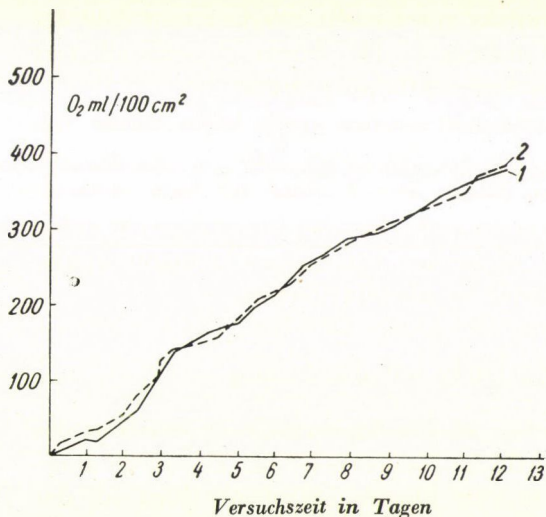


Abb. 2. Sauerstoffaufnahme von Rübenschnitten mit gleicher Oberfläche, aber mit verschiedenem Volumen

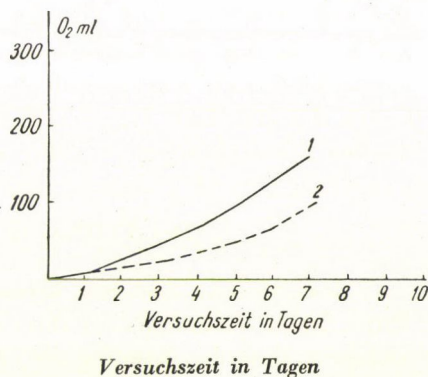


Abb. 3. Sauerstoffaufnahme von Rübenschnitten mit gleichem Volumen, aber mit verschiedener Oberfläche

Rübenschnitten (von einem Gewicht von etwa 50 g), in denen die Verteilung der verschiedenen Gewebe als statistisch gleichmässig angesprochen werden kann. In Schnitten dagegen, deren Abmessungen sich denen von einzelnen Zellen nähern, ist diese lineare Proportionalität zwischen der Oberfläche und der Atmungsgeschwindigkeit wahrscheinlich nicht vorhanden. Laut unserer mit dieser Einschränkung gültigen Feststellung sind jedoch die Atmungsenzyme gleichmässig im ganzen Volumen der Rübe verteilt (die der Längsachse entlang bestehenden Ungleichmässigkeiten üben infolge der erwähnten Lage der Schnitten bei den Messungen natürlich keinen Einfluss aus).

Die nächste Frage war, ob der Satz über die Proportionalität zwischen Atmungsgeschwindigkeit und Oberfläche auch dann gültig ist, wenn ein bedeutender Teil der Oberfläche von der ursprünglichen Haut und ein ebenso grosser Teil von der frischen Schnittfläche gebildet wird. Dies ging aus dem vorherigen Versuch nicht hervor, da die Oberflächen der Schnitte zum

überwiegenden Teil aus frischen Schnittflächen bestanden und die Rolle der Haut vernachlässigt werden konnte. Aus diesem Grunde wurden die ganzen Rüben segmentiert, d. h. aus den Rüben mit einer Raspelscheibe ein Segment von einem Öffnungswinkel von etwa 7° ausgeraspelt [6], wonach die Atmung der auf diese Weise eine grössere Oberfläche erhaltenen Rübe gemessen wurde. Die Atmungsgeschwindigkeit war grösser geworden, wobei die Zunahme der Vergrösserung der Oberfläche proportional war. Nach dieser Feststellung ist also die Atmungsgeschwindigkeit der Gesamtoberfläche proportional, unabhängig davon, ob diese eine frische Schnittfläche oder die ursprüngliche Oberfläche ist. Auch die frische Schnittfläche wies in den ersten Tagen keine grössere Atmungsgeschwindigkeit auf. Hier sei erwähnt, dass auch wir bei den frisch ausgegrabenen Rüben in den ersten Tagen im Einklang mit den Messungen von *Oparin* eine gesteigerte Atmungsgeschwindigkeit feststellten. Die Geschwindigkeit wurde erst nach einigen Tagen konstant.

Ein vollständig identisches Ergebnis erhielt man, wenn man zwei Schnitten derselben Rübe untersuchte. Die Atmungsgeschwindigkeit erhöhte sich wieder proportional der Fläche. Die Atmungsgeschwindigkeitswerte der verschiedenen Rüben bzw. Rübenschnitten sind in Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I

Die Atmungsgeschwindigkeit von ganzen Rüben bzw. Rübenteilen bei 6° C

Untersuchte Rüben	Täglicher O_2 -Verbrauch ml/100 cm^2
Ganze Rüben	$13,0 \pm 0,4$
Einmal segmentierte Rüben.....	$12,6 \pm 0,38$
Zweimal segmentierte Rüben ...	$12,05 \pm 0,30$
Schnitten	$12,2 \pm 0,31$
Mittelwert	$12,46 \pm 0,15$

Die Proportionalität zwischen Atmung und Oberfläche war bereits in unseren grossbetrieblichen Lagerversuchen festgestellt worden [1], in denen der Zuckerverlust der segmentierten Rüben im Vergleich zu den unversehrten Rüben um ebensoviel zugenommen hatte, als die Oberflächenzunahme der Rüben betrug. Dort wurde also wirklich die Änderung des Zuckerverlustes gemessen. Das erhaltene Ergebnis bestätigte also völlig den Satz von der obigen Proportionalität.

Auf Grund dieser Ergebnisse macht also die Atmungsgeschwindigkeit der Zuckerrübe bei 6° C auf eine Fläche von 100 cm^2 bezogen $12,46 \pm 0,15 \text{ ml/Tag}$ aus. Aus diesen Versuchen ging also die Wichtigkeit der Ausarbeitung einer entsprechenden Methode zur Messung der Rübenoberfläche hervor. Da die

Rübe kein geometrisch definierter Körper ist, stellt dies eine schwierige und nur innerhalb gewisser Fehlergrenzen lösbare Aufgabe dar. Im vorliegenden Fall wurde der Umfang der Rübe mit einer Schnur an der dicksten Stelle und am Ende des Schwanzes gemessen. Die erhaltenen Umfangswerte wurden als parallele Seiten eines Trapezes betrachtet, dessen Höhe der Länge der Mantellinie der Rübe gleich ist. Die Oberfläche der Rübe ist gleich der Fläche des Trapezes. Hierzu wurde die Oberfläche des haubenförmigen Kopfteils addiert, der als Kugelkalotte aufgefasst wurde. Handelte es sich um Rübenschnitten oder andere Rübenteile, so wurden diese planimetriert. Verschiedene Kontrollmessungen ergaben, dass die Genauigkeit der Flächenmessung der Genauigkeit der anderen Versuchsbedingungen völlig entsprach.

Die Atmung der verschiedenen Rübenteile

Danach wurde die Feststellung von *Stoklasa* [3] über die Atmung der verschiedenen Rübenteile überprüft. Hierbei ging *Stoklasa* von gleichen Gewichten aus, liess jedoch den Einfluss der Oberfläche ausser acht. Im vorliegenden Falle wurde nun die Rübe in 6 Teile geteilt, u. zw. durch senkrecht auf die Längsachse verlaufende Ebenen. Alle diese Scheiben wurden gesondert in bezug auf ihre Atmung untersucht. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind in Tabelle

Tabelle II

Der Sauerstoffverbrauch der verschiedenen Rübenteile bei 6° C

Rübenteil	Täglicher O ₂ -Verbrauch	
	Eingelagerte Rübe ml/100 cm ²	Frisch gerodete Rübe ml/100 cm ²
Kopf	12,4	15,5
1.....	15,1	16,45
2.....	17,2	13,75
3.....	11,8	11,8
4.....	9,1	7,8
Schwanz	3,3	7,1

II zusammengefasst, wobei alle Angaben zur Gewährleistung einer richtigen Vergleichsbasis auf eine Fläche von 100 cm² bezogen sind. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass der Kopf und die nächste Scheiben im grossen und ganzen gleich stark atmeten, während die Atmungsgeschwindigkeit gegen den Rübenschwanz zu bereits sprunghaft abnahm. Der Schwanz selber und die vor ihr befindliche Scheibe atmeten mit einer Geschwindigkeit von kaum 40% der oberen Rüb-

teile. Die Menge der Atmungsenzyme war in diesen Teilen vermutlich im gleichen Verhältnis geringer als oben, in der Nähe des Kopfes. Die Messungen wurden sowohl an gelagerten als auch an frisch ausgegrabenen Winterrüben durchgeführt und zeitigten in beiden Fällen das gleiche Ergebnis.

Die hier festgestellte Verminderung der Atmung vom Kopf der Rübe gegen ihren Schwanz zu erinnert an die Resultate, die hinsichtlich der Verteilung des Zuckers in der Rübe gewonnen wurden [7]. Auch dort wurde nämlich festgestellt, dass der Zuckergehalt vom Kopf gegen den Schwanz zu abnimmt. Als Erklärung für diese Tatsache wurde damals angenommen, dass — da sich der Fasergehalt der Rübe im entgegengesetzten Sinn zum Zuckergehalt vermehrt — die prozentuale Menge des Saftes von vollständig gleichmässiger Zuckerkonzentration gegen den Schwanz zu abnimmt. Aus der ähnlichen Verteilung der Atmungsenzyme lassen sich nun verschiedene Folgerungen ableiten, doch soll jetzt von einer Erörterung dieser Frage abgesehen werden.

Alle diese Versuche wurden im Vorraum einer Tiefkühlanlage ausgeführt, wo die Temperatur $6 \pm 1^\circ \text{C}$ betrug.

Der Einfluss der Temperatur auf die Atmungsgeschwindigkeit

Als nächstes wurde die Untersuchung des Einflusses der Temperatur in Angriff genommen. In unseren grossbetrieblichen Lagerungsversuchen war der Beweis erbracht worden, dass der Zuckerverlust auf Grund des von *van't Hoff* aufgestellten Gesetzes der Reaktionsgeschwindigkeit berechnet werden kann, wenn die Versuche unter 10°C ausgeführt werden [1]. An die Stelle des in der ursprünglichen Formel stehenden Wertes 0,16 wurde in den Exponenten der Wert 0,12 eingesetzt, der den Ergebnissen der letzten Jahre und hauptsächlich dem seither eingeführten Köpfen nach *Jarmoschenko* besser entspricht. Es gilt also

$$v = v_0 e^{0,12 t}$$

wo v den bei der Temperatur t eintretenden Zuckerverlust, v_0 den bei 0°C gemessenen Zuckerverlust und e die Grundzahl der natürlichen Logarithmen (2,72) bedeuten. Laut dieser Formel ist der Zuckerverlust bei 10°C 3,3mal so gross als bei 0°C . In der Literatur wird für diesen Koeffizienten 2—2,5 angegeben [8] und deshalb von einem weit geringeren Zuckerverlust bei 10°C gesprochen.

Bei den Messungen wurde auf zweierlei Weise vorgegangen. Entweder wurden verschiedene Rüben bei verschiedenen Temperaturen atmen gelassen, oder aber wurde die Atmung derselben Rübe bei verschiedenen Temperaturen untersucht. Unabhängig davon ergaben sich indessen, wenn man von den üblichen individuellen Schwankungen absieht, gleichlautende Resultate. Setzte man die bei niedriger Temperatur gehaltenen Rüben übergangsweise höheren Tem-

peraturen aus und versetzte man sie wieder in die ursprüngliche niedrige Temperatur zurück, so fiel ihre Atmungsgeschwindigkeit wieder auf den gleichen ursprünglichen Wert. Das Ergebnis der Messungen ist in Abb. 4 dargestellt.

Unsere eigenen Ergebnisse wurden zusammen mit ihren Fehlergrenzen aufgetragen (die Länge des senkrechten Linienstückes gibt die Fehlergrenze des Mittelwertes an). Die voll ausgezogene Kurve ist das Ergebnis der mit der obigen Formel ermittelten Werte, während die verschiedenen bezeichneten Punkte verschiedene Literaturangaben, nämlich die von *Silin* [8] und *Stoklasa* [3] darstellen. Die Ordinate gibt den aus der Sauerstoffaufnahme errechneten Zucker-

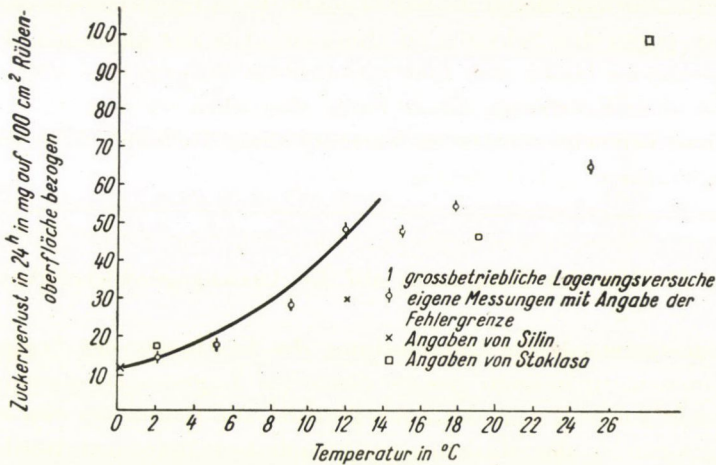


Abb. 4. Die Atmungsgeschwindigkeit bei verschiedenen Temperaturen

verlust an, wobei die Sauerstoffaufnahme stets auf eine Oberfläche von 100 cm² bezogen wurde. Aus den Ergebnissen unserer Messungen ist ersichtlich, dass die obige Formel bis etwa 12° C Gültigkeit besitzt.

Die in der Abbildung aufgetragenen Punkte zeigen, dass die Grösse des täglichen Zuckerverlustes über 12° C langsamer zunimmt als unterhalb dieses Wertes. Dieser Gang weist darauf hin, dass die Atmung unter 12° C mit Hilfe eines anderen Mechanismus vor sich geht als über dieser Temperatur. Eine derartige Erscheinung ist bei mehreren ähnlichen Prozessen bekannt. So erhielt *Blackman* [9] bei der Messung der Temperaturabhängigkeit der Photosynthese eine ähnliche Kurve, allerdings mit dem Unterschied, dass die maximale Temperatur der Photosynthese bei 30° C liegt. Auch die Temperaturkurve der Auxinentstehung zeigt einen gleichen Ablauf [10]. Diese Übereinstimmung dürfte kein Zufall sein. Die Enzymsysteme, die die grundlegenden Lebenserscheinungen der Pflanze, die Photosynthese, die Atmung und das Wachstum steuern, hängen miteinander zusammen.

Die gute Übereinstimmung des unmittelbaren Sauerstoffverbrauchs mit den bei der grossbetrieblichen Lagerung gemessenen Zuckerverlusten widerlegt die Behauptung, dass sich bei der Atmung der Zuckerrübe der Zucker ausser zu CO_2 auch zu anderen Verbindungen umwandelt. Die gegensätzlichen Feststellungen, zu denen *Strohmer* [2], *Oparin* [8] und *Risskina* [5] auf Grund ihrer Messungen gelangten, dürften auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sein, von denen diejenigen *Strohmers* bereits weiter oben angegeben wurden. Ausserdem sind noch einige andere mögliche Versuchsfehler zu erwähnen, die auch von uns beobachtet wurden. Bei der Beschreibung der Atmungsmessungen wurde hier z. B. erwähnt, dass die zur Absorption des CO_2 dienende Natronlauge häufig geschüttelt werden muss, da sonst das CO_2 nicht vollständig absorbiert wird. Andererseits ist bei der Bestimmung des Zuckerverlustes der Zuckergehalt der Rübe zweimal festzustellen. Diese scheinbar einfache Aufgabe birgt aber zahlreiche Fehlerquellen in sich, da sich der Zuckergehalt der Rübe nicht nur individuell sondern auch innerhalb ein und derselben Rübe stark ändert [6, 7]. Ohne Berücksichtigung dieses Umstandes wird man keine verlässlichen Verlustwerte erhalten können.

Die Gleichheit des aus der Sauerstoffaufnahme bei der Atmung berechneten Zuckerverlustes und des bei der grossbetrieblichen Lagerung gemessenen Zuckerverlustes wird sodann auch durch den Vergleich der ausgeatmeten CO_2 -Menge mit der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs bestätigt. Es ist bekannt, dass der Atmungsquotient nur dann gleich eins ist, wenn die Pflanze Kohlenhydrat verbrennt. In unseren Messungen wurde auch stets die Menge des in der Natronlauge absorbierten CO_2 gemessen. Die Angaben dieser verschiedenen Versuche werden in Tabelle III vorgeführt, aus der zu ersehen ist, dass der Mittelwert des Atmungsquotienten 0,996 beträgt.

Tabelle III

Die Werte des Atmungsquotienten bei den verschiedenen Versuchen

Versuch	Mittelwert
Ganze Rüben	0,988
Einmal segmentierte Rüben	0,975
Zweimal segmentierte Rüben	1,008
Nach <i>Jarmoschenko</i> geköpfte Rüben ...	0,993
Kegelförmig geköpfte Rüben	1,000
Rübenschnitten	1,011

Mittelwert sämtlicher Versuche 0,996.

Diese Feststellungen beziehen sich natürlich nur auf die untersuchten gelagerten Zuckerrüben, nämlich in der Zeit von November bis Januar. Dieser

als biologische Ruheperiode bezeichnenbare Zustand wird später von einer Zunahme der Aktivität abgelöst, wenn nämlich das Treiben der Rübe einsetzt. In dieser Periode wird der Zucker bereits nicht nur zur Atmung, sondern auch zum Aufbau des Körpers der Pflanze verbraucht, hier hat also die Abnahme des Zuckergehaltes unbedingt grösser zu sein als der Wert, den man auf Grund der Atmungsgeschwindigkeit errechnen wird. Die diesbezüglichen Versuche sind ja wohl bekannt. Die Untersuchung dieser Frage fällt indessen schon ausserhalb der hier gesteckten Aufgabe.

Beschreibung des Messapparates

Der zur Untersuchung der Atmung benutzte Apparat wird in Abb. 5 gezeigt. Es wurde ein Einmachglas von etwa 1 l Inhalt genommen, das auch mittelgrosse Rüben aufnehmen konnte. Zum luftdichten Abschluss des Glases wurde eine entsprechend geformte Kupferplatte (A) verwendet, deren Rand mit Schrauben an den Rand des Einmachglases gepresst werden konnte. Als Dichtung diente ein Gummiring. Durch die Kupferplatte führte das Kupferrohr (C), das mittels eines Gummischlauches mit dem Wasserverschluss (B) verbunden war. Dieses war ein gewöhnliches U-förmiges Glasrohr, dessen im Gefäss befindliches Ende sich zu einer Kugel verbreitete und in dessen Krümmung sich Wasser zum Verschluss des Gasraumes befand. An die Mitte der Kupferplatte war ein Kupferhaken angelötet, auf dem die Rübe aufgehängt wurde. An das Kupferrohr (C) schloss sich ausserhalb des Glases — gleichfalls mit einem Gummischlauch verbunden — das Kapillarrohr (D) an. Als Sauerstoffbehälter diente das 50-ml-Gefäss (E), das mit dem ähnlich grossen Gefäss (F) mit einem kommunizierenden Rohr verbunden war, während es mit der Kapillare (D) durch den Hahn (G) in Verbindung stand. In das Gefäss (E) führte über den Hahn (H) auch die Kapillare (J). Die Gefässe (E) und (F) standen auf einer Metallplatte, die durch Füsse an die Kupferplatte (A) befestigt war. Im Glas befand sich eine genügende Menge NaOH zur Absorption des CO_2 .

Die Rübe wurde mit einem Draht auf den Haken gehängt und danach das Glas mit dem Deckel verschlossen. Der Hahn (G) wurde geschlossen, der Hahn (H) hingegen geöffnet. In das Gefäss (F) wurde Wasser gegossen, so dass beide Gefässe halb mit Wasser angefüllt waren. Danach wurde die Sauerstoffbürette bei (J) angeschlossen und aus dieser mit Hilfe des Niveaufässes soviel Sauerstoff in das Gefäss (E) gepresst, dass das Wasser im Gefäss (F) bis zu der am Halse eingeritzten Marke anstieg. Hierauf wurde der Hahn (H) geschlossen und die Verbindung bei (J) unterbrochen. Nach Öffnung des Hahnes (G) konnte nunmehr der zur Atmung notwendige Sauerstoff in den Glasbehälter gelangen. Im Laufe der Atmung strömt infolge der durch die Bindung von CO_2 verursachten Druckverminderung ständig Sauerstoff aus dem Gefäss (E) zur Rübe,

während gleichzeitig damit der Wasserspiegel im Gefäß (*F*) entsprechend sinkt. Zur Bestimmung der verbrauchten Sauerstoffmenge wird der Hahn (*G*) geschlossen und bei (*J*) wieder die Sauerstoffbürette angeschlossen, von deren oberem Ende die Leitung zu (*J*) ausgeht, während ihr unteres Ende mit einem Niveaugefäß verbunden ist. Mit diesem wird das in der Bürette befindliche Wasser auf das Niveau eingestellt und seine Lage genau abgelesen. Dann öffnet man den Hahn (*H*) und verdrängt das Wasser aus dem Gefäß (*E*) wieder mit Hilfe von Sauerstoff, bis es im Gefäß (*F*) die Marke erreicht. Hierauf wird der Wasser-

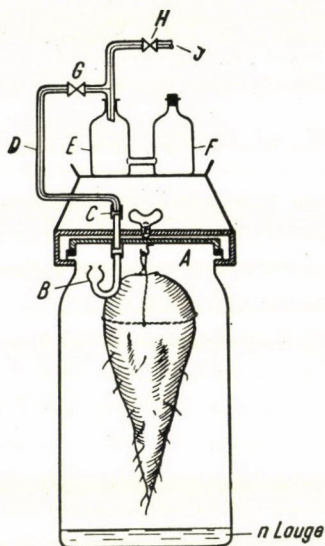


Abb. 5. Der Atmungsmessapparat

spiegel mit dem Niveaugefäß in der Bürette wiederum eingestellt und die Menge des in das Gefäß (*E*) hinübergewanderten Sauerstoffs abgelesen. Schliesslich wird der Hahn (*H*) geschlossen und der Hahn (*G*) geöffnet, wonach dann die Atmung weitergeht. Die Temperatur der Sauerstoffbürette war gewöhnlich dieselbe wie die des Atmungsapparates, wenn dies aber nicht möglich war, dann wurde der Sauerstoff in mehreren Dosen eingefüllt, wobei stets abgewartet wurde, bis der frisch eingefüllte Sauerstoff die Temperatur der Apparatur angenommen hatte. Ein etwaiger Fehler wegen der verschiedenen Temperatur des Sauerstoffes gleicht sich dann bei der nächsten Sauerstoffzufuhr aus.

Der Apparat wurde in dieser Weise konstruiert, um eine ständige Sauerstoffzufuhr gewährleisten zu können, ohne dass unterdessen grössere Druckveränderungen auftreten und ohne dass ein grösserer Druck als der atmosphärische zur Einfüllung des Sauerstoffes notwendig ist. Der Überdruck wurde von der im Gefäß (*F*) befindlichen Wassersäule verursacht, deren Höhe nicht 4 cm überschritt, was einer maximalen Druckschwankung von 0,4% entspricht, d. h.

einem Wert, der vernachlässigt werden darf. So konnte also das Volumen des Sauerstoffs mit der durch die Einteilung der Bürette gesicherten Genauigkeit, d. h. von 0,05 ml gemessen werden. Sämtliche äusseren Sauerstoffleitungen bestanden aus Kapillaren, um die toten Räume auf ein Minimum zu beschränken.

In den Glasbehälter wurden immer genau 50 ml Natronlauge gegossen. Zur Bestimmung der CO₂-Menge wurde das entstandene Karbonat nach *Warder* titriert, u. zw. stets aus jeweils 10 ml nach sorgfältigem Zusammenschütteln der Lauge. Das gegebenenfalls aus der Rübe in die Lauge hinüberdestillierte Wasser beeinflusste unsere Berechnungen nicht, da immer auch der Gesamtgehalt an Natronlauge bestimmt und das Ergebnis der Karbonatbestimmung auf diesen bezogen wurde.

II. DER EINFLUSS DER WELKUNG DER RÜBE AUF DIE ATMUNG

Die Literatur der ersten Jahre des 20. Jahrhunderts enthält qualitative Angaben über die Veränderung des Wassergehaltes der Rübe. Demgegenüber stellte *Hamous* [11] im Jahre 1924 fest, dass die Geschwindigkeit der Eintrocknung streng parallel der Oberfläche erfolgt.

Die neueren diesbezüglichen Ergebnisse sind in dem Buche *Rubins* »Die Lagerung der Zuckerrübe« zusammengefasst. Diese sind kurz die folgenden: der Gewichtsverlust, die Störung des Wasserhaushaltes der Pflanze ruft in der Rübe tiefgehende Änderungen hervor. Das Wasser entfernt sich leicht aus den Geweben, da in der Rübe wenig Eiweiss vorhanden ist, das das Wasser zurückhalten würde. Der Wasserverlust ist in strömender Luft grösser als in stehender. *Schemjakin* ermittelte durch Messungen, dass in einem Luftstrom von 2–3 m/sec in 4 Stunden ein 5%iger Wasserverlust auftritt. Die Geschwindigkeit der Wasserabgabe nimmt während des Welkens sprunghaft ab, nach 90 Stunden ist ihr Wert dem Gewichtsverlust der in stehender Luft trocknenden Rübe gleich. *Schemjakin* macht auch einen Unterschied zwischen schneller und langsamer Welkung. Bei schneller Trocknung gehen die oberflächlichen Zellen zugrunde, da die in der Rübe von innen nach aussen gehende, verhältnismässig langsame Diffusion nicht imstande ist, das verdunstete Wasser zu ersetzen. *Sissakian* mass die infolge der raschen Wasserabgabe auftretende Proteolyse. Diese Änderung ist irreversibel, sie bleibt auch dann bestehen, wenn die Zelle ihren Turgor zurückgewinnt. *Schemjakin* bestimmte ferner den Wassergehalt, bei dem die Rübe noch lebensfähig ist. Er gelangte zum Ergebnis, dass ein Wasserverlust von 33% die Keimung noch nicht hemmte, während ein solcher von 40% die Keimung bereits vollständig aufhören liess. Bei der langsamen Eintrocknung, wenn also die aus dem Inneren der Rübe nach aussen zu gehende Diffusion das Absterben der peripheren Teile verhindert, bleiben die normalen Funktionen der Pflanze eine Zeitlang erhalten. Die sich über grössere Zeitspannen erstreckenden Trocknungsversuche von *Oparin* zeigen jedoch, dass nach 60 bis 80 Tagen

auch bei den langsam eintrocknenden Rüben Zerfallprozesse eintreten. Beim irreversiblen Wasserverlust koagulieren die Kolloide in den Zellen, was dann das Aufhören der organisierten Enzymtätigkeit zur Folge hat. Die Atmungsgeschwindigkeit erhöht sich. Die synthetisierende Aktivität der Invertase nimmt ab, ihre hydrolysierende Aktivität dagegen zu. *Oparin* und *Rubin* stellten bei Rüben mit 15% Wasserverlust fest, dass die Invertaseaktivität von 0,8 auf 4,6 zugenommen hatte.

Die beim Welken auftretenden Zuckerverluste wurden von *Rubin* und *Borisewitsch* untersucht. Nach ihren Beobachtungen verursacht ein täglicher Wasserverlust von 1% einen zusätzlichen täglichen Zuckerverlust von 0,1%. In welken Rüben nimmt während der Lagerung parallel zum Gewichtsverlust auch die Zahl der verfaulenden Rüben zu, d. h. die denaturierten Zellen sind gegen die bakteriellen Infektionen weniger resistent. Hieraus folgt — auch nach den übrigen Versuchen von *Puschkinskaja* —, dass das Ausmass der Wasserbindefähigkeit parallel der Resistenz gegenüber Bakterien ist.

Fasst man die Feststellungen der sowjetischen Forscher zusammen, so ergibt sich, dass infolge der Wasserabgabe in der Rübe autolytische Prozesse, Pektinzerfall und Proteolyse auftreten. Die Aufrechterhaltung des Wassergehaltes der Rübe ist von zwei Gesichtspunkten aus von Bedeutung: einerseits, um eine Erhöhung des Zuckerverlustes zu vermeiden, und andererseits, um die Gefahr einer bakteriellen Infektion auszuschalten.

In den von uns ausgeführten Versuchen wurde nachgeprüft, inwieweit die ausländischen Angaben über die Welkung für die ungarischen Rüben zutreffen. Des weiteren wurde versucht, den Entstehungsmechanismus des infolge des Welkens erhöhten Zuckerverlustes klarzustellen.

Die die Wasserabgabe bestimmenden Aussenfaktoren und der Verlauf der Eintrocknung

Zur Feststellung des Zusammenhanges zwischen der Welkgeschwindigkeit und der Oberfläche wurde die Gewichtsveränderung von Rübenkörpern von gleicher Oberfläche, aber verschiedenem Gewicht gemessen. Die hierbei erhaltenen Ergebnisse erbrachten — wie erwartet — den Nachweis, dass die Menge des ausgeschiedenen Wassers bei gleichen Umweltbedingungen auf die gleiche Oberfläche bezogen bei den verschiedenen Rüben selbst dann gleich ist, wenn dies bei den einzelnen zweckmässig gewählten Rübenstücken verschiedene prozentuale Werte bedeutet, da die in Prozenten ausgedrückte Eintrocknung der spezifischen Oberfläche (der auf 1 g Rübengewicht entfallenden Rübenoberfläche) parallel ist. Dieses Ergebnis steht mit den von *Hamous* erhaltenen Resultaten im Einklang. Aus diesem Grunde werden im weiteren die Werte der Wasseraufnahme und -abgabe im allgemeinen auf 100 cm² bezogen angegeben.

Die Welkgeschwindigkeit wird ausser durch die spezifische Oberfläche auch durch die Temperatur, durch die relative Luftfeuchtigkeit und durch die Strömungsgeschwindigkeit der Luft beeinflusst. Von diesen Faktoren hängt der Charakter der Eintrocknung ab. Die Eintrocknungsprozesse lassen sich in zwei Teile gliedern. An der Oberfläche geht eine je nach der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit mehr oder minder grosse Verdunstung vor sich, als deren Folge die oberflächlichen Zellen eintrocknen. Zwischen dem äusseren und inneren Teil des Rübenkörpers entsteht ein Konzentrationsunterschied, den die aus dem Rübeninneren nach aussen gerichtete Diffusion auszugleichen versucht. Bei langsamer Eintrocknung ist die infolge der Diffusion nach aussen geförderte Wassermenge grösser als die verdunstete Wassermenge, so dass der Wassergehalt überall im Inneren der Rübe nahezu gleich ist und auch keine nennenswerte Koagulation der Kolloide auftritt. Bei rascher Trocknung ist dagegen die Menge des verdunsteten Wassers grösser als die des dorthin diffundierten Wassers, so dass in den äusseren Teilen eine starke Wasserabnahme eintritt, was dann Koagulation zur Folge hat.

Bei der Berechnung der Trocknungsgeschwindigkeit wurden gewisse Vereinfachungen eingeführt. So wurde die Rübe als eine Lösung betrachtet, an deren Oberfläche die Zellwände die Verdunstung zwar in einem gewissen Grade hemmen, aber stets im gleichen Ausmass.

Die Verdunstungsgeschwindigkeit von der Oberfläche einer Lösung ist nach dem *Daltonschen Gesetz*

$$\frac{dW}{dt} = kF/P_0 - P_1 \quad (1)$$

wo W = die verdunstete Wassermenge in g

t = die Zeit in Tagen

F = die Oberfläche in cm^2

P_0 = der Dampfdruck der Flüssigkeit in mm Hg

P_1 = der partielle Druck des Wasserdampfes in der Luft in mm Hg

k = eine Konstante, die unter anderem die verdunstungshemmende Wirkung der Zellwände ausdrückt.

Es gilt einerseits

$$P_1 = P_t \varphi \quad (2)$$

wo P_t = der partielle Druck des Wasserdampfes bei $t^\circ \text{C}$ in gesättigter Luft in mm Hg

φ = die relative Luftfeuchtigkeit in %

Da andererseits die frische Rübe, wenn sie mit Wasser in Berührung kommt, keine praktisch ins Gewicht fallende Wassermenge aufnimmt (s. weiter unten),

muss auch ihr Dampfdruck dem des reinen Wassers gleich sein. Dies bedeutet also, dass ähnlich wie bei anderen in Wasser aufgequollenen Kolloiden

$$P_0 = P_t$$

Die Formel kann also weiter umgestaltet werden :

$$\frac{dW}{dt} = kFP_t(1 - \varphi) . \quad (3)$$

Diese Formel besitzt nur bei langsamer Trocknung Gültigkeit, wenn die Diffusion stets genügend Wasser zur Ergänzung des verdunsteten Wassers an die Oberfläche fördert. Der Wert P_t enthält bereits die Wirkung der Temperatur.

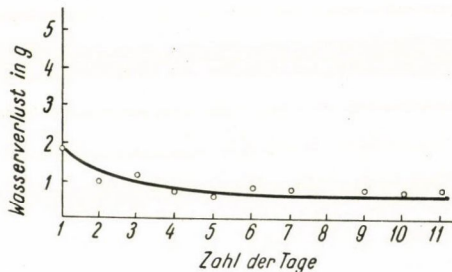


Abb. 6. Auf 100 cm² bezogener täglicher durchschnittlicher Gewichtsverlust von ganzen Rüben in g bei 8—9° C und 80—85% rel. Luftfeuchtigkeit

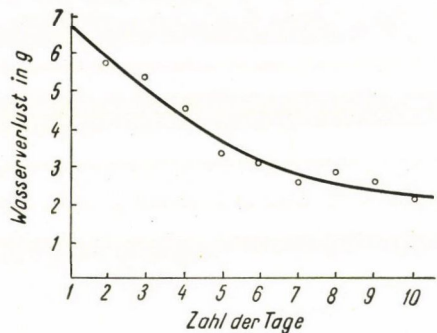


Abb. 7. Auf 100 cm² bezogener täglicher durchschnittlicher Gewichtsverlust von ganzen Rüben in g bei 22—24° C und 75% rel. Luftfeuchtigkeit

Es wurden Versuche mit schneller und langsamer Trocknung angestellt, wobei die Gültigkeit der obigen Formel an Hand der Versuchsergebnisse bestätigt werden konnte. Trotz dem Umstand, dass diesen Versuchen eher ein bloss informativer Charakter zukam, zeigten die erhaltenen Werte für k eine zufriedenstellende Übereinstimmung.

In der ersten Versuchsreihe wurde die schnelle Eintrocknung untersucht. In Abb. 6 wird der Verlauf der schnellen Trocknung von 20 Stück ganzen Rüben bei 8—9° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 80% vorgeführt.

Bei der Trocknung von ebenfalls 20 Stück ganzen Rüben bei 22—24° C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75% wurde festgestellt, dass die tägliche Wasserabgabe stark abgenommen hat (Abb. 7). Das Ergebnis dieser beiden Versuchsreihen stimmt also mit der oben angeführten Feststellung *Schemjajkins* überein, dass die Geschwindigkeit der schnellen Trocknung nach einer gewissen Zeit abnimmt.

Sodann wurden unter den gleichen Verhältnissen Trocknungsversuche mit halben Rüben ausgeführt. Der auf 100 cm² Oberfläche bezogene Wert der

Wasserabgabe am ersten Tag weicht kaum von dem im vorherigen Versuch gemessenen Wert ab, während der Wert des täglichen Wasserverlustes im Vergleich zum vorigen Versuch stärker sinkt (Abb. 8).

Das Ausmass der Geschwindigkeitsabnahme nimmt also mit der spezifischen Oberfläche zu, da der prozentuale Wert des ausgeschiedenen Wassers, d. h. die Veränderung des gesamten Wassergehaltes der trocknenden Rübe ebenfalls dieser proportional ist.

Die Versuche über die langsame Eintrocknung wurden im oben beschriebenen Atmungsapparat durchgeführt, in den 1 n NaOH eingefüllt wurde. Die

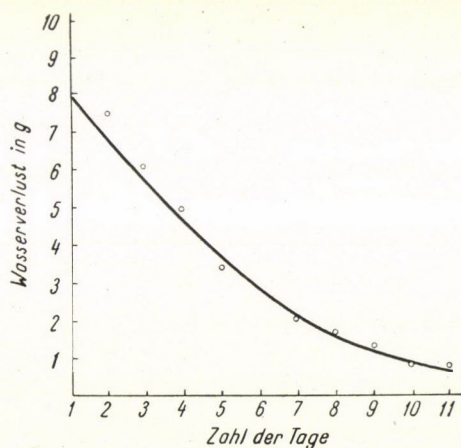


Abb. 8. Auf 100 cm² bezogener täglicher durchschnittlicher Gewichtsverlust von halben Rüben in g bei 22–24° C und 75% rel. Luftfeuchtigkeit

sich über 1 n NaOH ausbildende relative Luftfeuchtigkeit von etwa 98% gewährleistet die Voraussetzungen für die langsame Eintrocknung. Derartige Versuche wurden bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Sämtliche diesbezüglichen Ergebnisse sind in Tabelle IV zusammengefasst.

Die Werte der in Formel (3) vorkommenden Konstante k sind in der 6. Spalte der Tabelle angegeben. Unter den gegebenen Verhältnissen können sie als gut miteinander übereinstimmend angesehen werden, so dass sich die Formel (3) tatsächlich als richtig erwies. Aus der Tabelle ist auch ersichtlich, dass diese Formel ebenfalls für den am ersten Tag auftretenden Wasserverlust bei schneller Trocknung angewandt werden kann.

Die Wasserabgabe und die Wasseraufnahme

Als nächstes wurden die Veränderungen untersucht, die während der Wasserabgabe und der Wasseraufnahme auftraten. Um festzustellen, ob bei

Tabelle IV

Täglicher Gewichtsverlust bei verschiedenen Temperaturen und bei verschiedener Luftfeuchtigkeit

Relative Luftfeuchtigkeit %	Temperatur °C	Trocknungsdauer Tage	Täglicher Gewichtsverlust auf 100 cm ² g	P_t mm Hg	k	Bemerkung
75	22,5	1	7,5	20,4	0,0150	Schnelle Trocknung, nur der Wasserverlust des 1. Tages gemessen
82	8	1	2,0	8,1	0,0130	
98	4	4	0,16	5,72	0,0140	Langsame Trocknung, Durchschnitt des Gewichtsverlustes von mehreren Tagen
98	5	10	0,172	6,54	0,0131	
98	8	7	0,220	8,1	0,0136	
98	15	4	0,33	12,8	0,0128	
98	23	4	0,635	21,0	0,0155	

der schnellen Trocknung tatsächlich eine Verschiebung im Wassergehalt des äusseren und inneren Rübenteiles erfolgt, wurden auf einen Gewichtsverlust von 10% getrocknete Rüben 2—3 mm dick geschält, worauf dann der Wassergehalt der beiden Teile durch völlige Eintrocknung gesondert bestimmt wurde. Die völlige Trocknung erfolgte bei 80—90° C bis zur Gewichtskonstanz. Auf die gleiche Weise wurde auch der Wassergehalt des inneren und des äusseren Teiles der Rübe ermittelt. Die diesbezüglichen Messergebnisse sind in Tabelle V zusammengestellt.

Tabelle V

Die Verteilung des Gewichtsverlustes im inneren und äusseren Teil von frischen und bis zu einem Gewichtsverlust von 10% eingetrockneten Rüben

Rüben	Gewicht (g)		Wassergehalt(%)		Wasserverlust(%)	
	innen	aussen	innen	aussen	innen	aussen
Frische Rüben	11,9	25,55	74,7	75,4	—	—
	15,65	20,90	75,6	74,9	—	—
Rüben mit 10% Gewichtsverlust.....	17,06	42,4	74,8	71,0	6,14	18,8
	9,48	27,18	78,8	75,6	6,9	18,5
	10,7	30,02	79,8	75,9	5,4	20,3

Bei frischen Rüben war der Wassergehalt in beiden Teilen gleich oder nahezu gleich, während bei den schnell getrockneten Rüben der Wassergehalt des äusseren und des inneren Teiles stark voneinander abwichen. Hierbei darf aber auch die innere Diffusion während der zur Trocknung notwendigen 6 bis 8 Stunden nicht vernachlässigt werden, da schon der Wasserverlust des inneren

Teils 5—6% betrug. Die äusseren und inneren Teile wurden auch gesondert in bezug auf ihre Atmung untersucht (s. weiter unten).

Zur weiteren Untersuchung der bei der schnellen Trocknung auftretenden Konzentrationsunterschiede wurden Rübenzylinder von bestimmtem Gewicht und bekannter Oberfläche durch ihre Grundfläche eintrocknen gelassen. Hierbei wurde der Zylindermantel mit einer Gummischicht bedeckt und dadurch die Verdunstung verhindert. Die Eintrocknung wurde fortlaufend durch Gewichtsmessungen in bestimmten Zeitabschnitten kontrolliert und schliesslich auch der Wassergehalt der aus dem Zylinder ausgeschnittenen Rübenscheiben von bekannter Dicke durch vollständige Trocknung bestimmt. Die sich bei der Trocknung abspielenden Prozesse lassen sich auch mathematisch beschreiben [13], die erhaltene kompliziertere Formel kann bei grossen Werten von t auch auf die Form

$$Q = a \cdot \sqrt{t} - b$$

gebracht werden, wo

Q = der auf die Zeit- und Oberflächeneinheit bezogene Gewichtsverlust

a = ein der Quadratwurzel der Diffusionskonstante proportionaler Wert

t = die Trocknungszeit

b = ein dem Oberflächenwiderstand gegen den Austritt der Moleküle proportionaler Wert

Die Gültigkeit der Formel bezieht sich auf den Fall, wo die Menge des verdunsteten Wassers in erster Linie von der Diffusion abhängt. Ihre Gültigkeit hört auf, wenn auch im Inneren der Rübe ein grösserer Wasserverlust entstanden ist und wenn physikalische oder chemische Änderungen sowie wenn Formänderungen aufgetreten sind.

Als Grundlage dieser Ableitung diente die Annahme, dass die Trocknungsgeschwindigkeit vom Widerstand der Oberflächenschicht und von der Geschwindigkeit der inneren Diffusion abhängt. Die Abnahme der Geschwindigkeit wird durch die Verminderung des Wassergehaltes der Oberflächenschichten verursacht. Die Ergebnisse (Abb. 9) bestätigten die theoretische Ableitung in vollem Ausmass, was bedeutet, dass in der ersten Phase der Trocknung (bei kleinen t -Werten) an der Oberfläche eine schnelle Verdunstung vor sich geht, während die Geschwindigkeit der weiteren Eintrocknung von der Geschwindigkeit der inneren Diffusion bestimmt wird. Die Grösse des Verlustes betrug auf das Gewicht des ganzen Zylinders bezogen 4—5%, was in der Oberflächenschicht einen Wasserverlust von etwa 30% bedeutet. Wird der Versuch über 24 Stunden ausgedehnt, so ändert sich der Wassergehalt in den einzelnen Schichten des Zylinders gemäss den Angaben von Abb. 10. Die Versuche eigneten sich ausserdem auch zur Feststellung der Diffusionskonstante des Wassers in den Geweben der lebenden Rübe, für die ein Wert von etwa $2 \cdot 10^{-4}$ cm²/min ermittelt wurde.

Im weiteren wurde festgestellt, mit welcher Geschwindigkeit die in verschiedenem Ausmass eingetrockneten Rüben wieder Wasser aufnehmen und aufquellen. Zu diesem Zwecke wurden die im Luftstrom bis zu einem Gewichts-

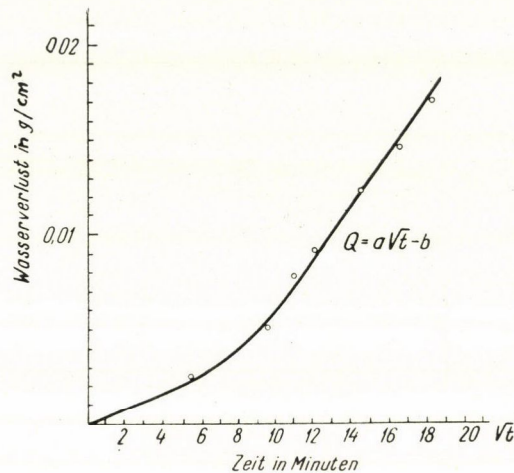


Abb. 9. Eintrocknung eines Rübenzylinders durch die Grundfläche

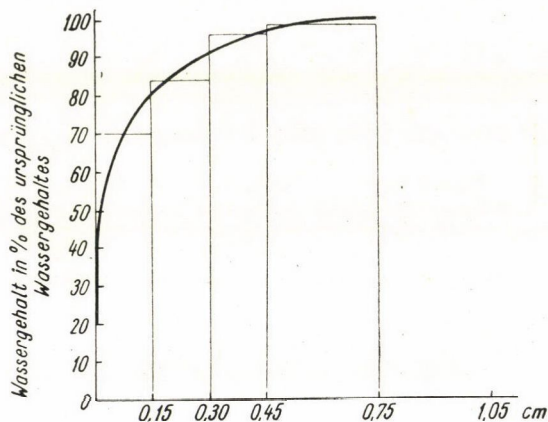


Abb. 10. Die Verteilung des Wasserverlustes eines durch die Grundfläche eingetrockneten Rübenzylinders in 24 Stunden

verlust von 2 bis 12% getrockneten Rüben im Wasser wieder aufquellen gelassen. Die Wasseraufnahme ist in den ersten Stunden proportional dem Grad der Eintrocknung. In den folgenden Stunden nimmt dieser Unterschied in der Quellungsgeschwindigkeit ab, und die stündlich aufgenommene Wassermenge war in den untersuchten Fällen im grossen und ganzen gleich gross, mit Ausnahme der um 2 Gewichtsprozente eingetrockneten Rüben, die mit der in der

ersten Stunde aufgenommenen Wassermenge bereits fast das ursprüngliche Gewicht erreichten (Abb. 11).

Werden hingegen frisch ausgegrabene Rüben sofort in Wasser gelegt, so ist die aufgenommene Wassermenge gering, sie beträgt in 24 Stunden 0,95%, in 72 Stunden 1,6—1,7%. Diese Rüben waren gleichzeitig mit den im vorigen Versuch verwendeten aus dem Boden genommen worden.

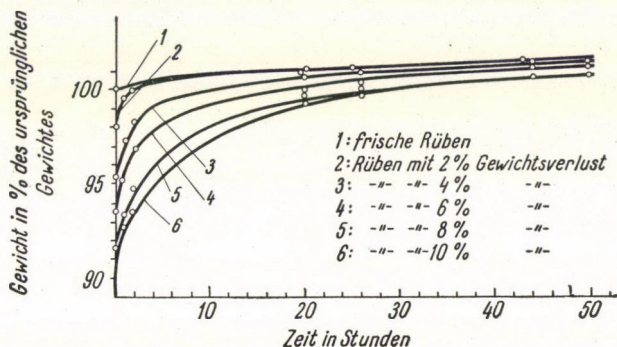


Abb. 11. Die Wiederaufquellung von verschieden stark getrockneten Rüben

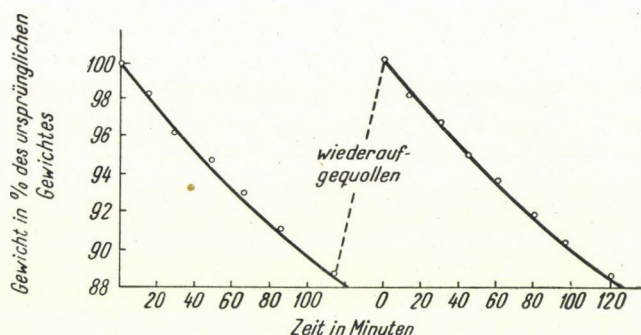


Abb. 12. Der Gang der Trocknung nach der Wiederaufquellung

Um eine Antwort auf die Frage zu erhalten, ob die Wiederaufquellung der welken Rüben tatsächlich ein reversibler Prozess ist, wurden Rübenzylinder von grosser spezifischer Oberfläche, die praktisch ein gleiches Gewicht und eine gleiche Oberfläche aufwiesen, in strömender Luft bis zu einem Wasserverlust von 10% getrocknet. Die Wasserabgabe wurde alle 15 Minuten durch Wiegen kontrolliert. Danach wurden die Zylinder während 6 bis 8 Stunden auf ihr ursprüngliches Gewicht aufquellen gelassen, dann unter den gleichen Versuchsverhältnissen wie früher wiederum bis zu einem Wasserverlust von 10% getrocknet, wobei die Wasserabgabe gleichfalls viertelstündlich durch Wiegen bestimmt wurde. Hierbei konnte festgestellt werden, dass im Gang der Wasserabgabe kein Unterschied zwischen den Zylindern aus frischen Rüben und denjenigen aus wiederaufgequollenen Rüben bestand, dass also die Eintrocknung

und Wiederaufquellung reversible Prozesse darstellen (Abb. 12). Das Wasserbindungsvermögen der Gewebe hatte sich infolge der Trocknung innerhalb der Fehlergrenzen der Messung nicht verändert, trotz der Tatsache, dass ein Wasserverlust von einem ähnlichen Ausmass andere irreversible biologische Veränderungen, so die die Veränderung des Atmungsmechanismus hervorruft (s. weiter unten).

Auch die Rübe, die 20% ihres Wassergehaltes verloren hatte, gewann ihr ursprüngliches Gewicht in 48 Stunden zurück. Bei einem Gewichtsverlust von mehr als 40% erreichte dagegen die Rübe trotz kräftiger Aufquellung ihr ursprüngliches Gewicht nicht wieder.

Der Zusammenhang zwischen Wasserverlust und Zuckerverlust

Der gesteigerte Zuckerabbau, der durch die bei der schnellen Trocknung der Rübe auftretenden verschiedenen autolytischen Prozesse hervorgerufen wird, wurde durch die gemeinsame Analyse einer grossen Anzahl von Rüben bestimmt. Die Ergebnisse einer schnellen Trocknung um täglich 5% an 100 Rüben sind in Tabelle VI angegeben.

Tabelle VI

Der Gewichts- und Zuckerverlust von fortlaufend getrockneten Rüben

Täglich gemessene Gewichte %	Auf das ursprüngliche Gewicht bezogener, durch Polarisation ermittelte Zuckergehalt %	Reduzierender Zucker	Wirklicher Zuckergehalt %
a) Täglicher Gewichts- und Zuckerverlust von segmentierten 100 Rüben			
Ausgangswert 100	16,14	0,18	16,32
95	15,95	0,249	16,08
90	15,68	0,143	15,75
85	15,3	—	—
b) Täglicher Gewichts- und Zuckerverlust von 100 Rübenschnitten			
Ausgangswert 100	17,2	0,22	17,32
93,2*	15,75	0,23	15,87
67,8	14,65	0,46	14,90
35,9	14,18	0,39	14,39
32,0	13,25	—	—
24,8	11,95	0,641	12,20

* In 8 Stunden

Aus den Rüben wurden bei jeder Messung mit der Segmentiermaschine Proben genommen [6]. Die Genauigkeit einer solchen Zuckerbestimmung belief sich so auf $\pm 0,1\%$ [6]. Die unmittelbar gemessene Polarisation wurde mit dem dem reduzierenden Zuckergehalt entsprechenden Drehwert korrigiert und der so erhaltene wirkliche Saccharosegehalt in der letzten Spalte der Tabelle angegeben.

Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur ausgeführt. Anstatt des dieser Temperatur entsprechenden Zuckerverlustes von $0,065\%$ (s. I. Teil) erhielt man hier einen Verlust von etwa $0,3\%$ täglich. Wird die Rübe noch mehr eingetrocknet, so nimmt zusammen mit der Wasserabgabe auch der tägliche Zuckerverlust zu. Bei der Eintrocknung von 100 Stück etwa 50 g schwerer Rübenschnitzel ergaben sich die im 2. Teil der Tabelle VI angeführten Werte. Bei dieser Gelegenheit wurden den trocknenden Rübenschnitzel je 10 Stück für die einzelnen Versuche entnommen. Die Genauigkeit der Zuckerbestimmung war infolgedessen weit geringer als vorhin, was übrigens auch aus der Streuung der Ergebnisse hervorgeht.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Wasserverlusten, so ergibt sich, dass die Zunahme des Zuckerverlustes je 1% Wasserverlust täglich $0,05-0,08\%$ ausmacht. Der höhere Wert wurde bei Rüben festgestellt, die bereits 60% ihres Wassergehaltes verloren hatten, was in der Praxis gar nicht vorkommt. Die bis zu einem Gewichtsverlust von 10 bis 15% gültige Zunahme um $0,05\%$ ist ungefähr die Hälfte des von den sowjetischen Forschern angegebenen Wertes. Dies ist wahrscheinlich eine weitere Erscheinung jener Differenz zwischen den ungarischen Zuckerrüben und den ausländischen, die sich auch bei der Atmungsintensität und der Resistenz gegen bakterielle Infektionen zeigt. Hierauf dürfte es auch zurückzuführen sein, dass in unseren Lagerungsversuchen [1] der Schimmel und die Fäulnis im Gegensatz zu ausländischen Angaben nur geringfügigen Schaden verursacht hatten.

Da der Wasserverlust einen erhöhten Zuckerverlust bewirkt, wurde vorausgesetzt, dass dies die Folge der Tätigkeit der infolge der Denaturierung aktiver gewordenen Atmungsenzyme ist. Die Richtigkeit dieser Annahme sollte nun im oben beschriebenen Atmungsmessapparat geprüft werden, um festzustellen, wie sich die tägliche Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxydabgabe bei den in verschiedenem Ausmass welken Rüben gestaltet. Dem grossen Zuckerverlust entsprechend wurde hierbei eine erhöhte Sauerstoffaufnahme angenommen. Im Gegensatz zu dieser Erwartung wurde jedoch festgestellt, dass die Sauerstoffaufnahme der einen Gewichtsverlust von 10% erlittenen Rüben um etwa 30% geringer war als bei der Atmung frischer Rüben. Hierbei ergab sich der Atmungsquotient zu $Q = 4,05 \pm 0,57$ im Gegensatz zu den frischen Rüben, wo $Q = 1$ ist. Wurden nun die Rüben wieder auf ihr ursprüngliches Gewicht aufquellen gelassen, also der ursprüngliche Turgor wiederhergestellt, so blieb der Wert des Quotienten unverändert $4,06 \pm 0,37$, was bedeutet, dass die 10% ige Ein-

trocknung — zumindest in den oberflächlichen Zellen — eine irreversible Veränderung hervorgerufen hat. Bei der Untersuchung von Rüben mit einem Wasserverlust von 6—7% und später von solchen mit 3—4% konnten ähnliche Feststellungen gemacht werden. Während der Atmungsquotient in ungetrocknetem Zustand eher etwas kleiner als eins war, schwankte er bei diesen Rüben um 1,7 und zeigte auch bei den wiederaufgequollenen Rüben keine Veränderung (Tabelle VII).

Tabelle VII

Die Veränderungen des Atmungsquotienten bei Rüben mit verschieden grossem Wasserverlust

Wasserverlust %	Atmungskoeffizient (Q)		
	Ursprünglicher Durchschnitt	Eingetrocknet	Wiederaufgequollen
2—3	0,86 \pm 0,08	1,60 \pm 0,175	—
6—8	0,82 \pm 0,27	1,75 \pm 0,04	1,78 \pm 0,32
			1,65 \pm 0,38
10	—	4,05 \pm 0,46	4,06 \pm 0,55

Noch eine weitere Beobachtung wurde bei der Untersuchung der eingetrockneten Rüben gemacht. Im Gegensatz zur gleichmässigen Sauerstoffaufnahme der frischen Rüben wies hier die Sauerstoffaufnahme Schwankungen auf. Bei einem Atmungsquotienten von $Q = 1$ verursacht die Absorption des Kohlendioxyds im Apparat einen Druckverlust, also ist auch die Ansaugung des Sauerstoffes gleichmässig. Bei grösseren Q -Werten war hingegen der Sauerstoffverbrauch im Apparat weit geringer als die CO_2 -Produktion, so dass auch die Druckverminderung kleiner war. Infolgedessen war trotz dem Umstand, dass schon bei einer Druckabnahme von einigen mm Sauerstoff in das Atmungsglas eingesogen wird, eine längere Zeit notwendig, um einen genügend grossen Druckunterschied zur Öffnung des Wasserverschlusses zu erzeugen.

Der mit der kleinen Sauerstoffaufnahme einhergehende grössere Zuckerungsverlust weist auf eine Veränderung des Atmungsmechanismus hin. An die Stelle der normalen Atmung war vermutlich ein anaerober Zuckerabbau getreten. Während bei der normalen Atmung der Zuckerabbau durch Aufnahme von Sauerstoff in der ganzen Menge bis zu CO_2 geht, sind die Endprodukte beim anaeroben Abbau wahrscheinlich CO_2 und $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Zieht man die bei den Trocknungsversuchen erhaltenen Veränderungen des Zuckergehaltes der Rübe in Betracht (s. weiter oben), so wird man feststellen können, dass sich der grosse Wasserverlust in der äussersten Schicht bloss auf eine Dicke von einigen Zellen beschränkt. Der Wasserverlust, der auf die ganze

Rübe bezogen nur einige wenige Prozente ausmacht, kann in dieser dünnen Schicht 30 bis 40% bedeuten. Infolgedessen kann auch ein auf die ganze Rübe bezogener Wasserverlust von 3 bis 4% bereits einen anaeroben Zuckerabbau verursachen. Zur Untersuchung dieses Zusammenhanges wurden innere und äussere Teile von Rüben, deren Trocknungsverlust 10% betrug, im Atmungsmessapparat geprüft. Der Atmungsquotient ergab sich beim äusseren Teil zu 2,04, während er beim inneren Teil 0,96 ausmachte, wodurch bestätigt wurde, dass der anaerobe Abbauprozess tatsächlich nur an der Peripherie der Rübe eingetreten war. Dieses Ergebnis beweist auch, dass die Zellen tatsächlich in grossem Ausmass Wasser verlieren müssen, damit sich der Atmungsmechanismus ändere. Dies steht auch mit der bereits erwähnten Feststellung *Schemjamins* im Einklang, wonach die Lebensfähigkeit der Rübe bei einem Wasserverlust von etwa 40% aufhört.

Wie ersichtlich, ist also der anaerobe Zuckerabbau in den Schichten, die einen über der obenerwähnten Grenze liegenden Wasserverlust erleiden, die Ursache für den gesteigerten Zuckerverlust. Die Dicke dieser Schichten nimmt gleichzeitig mit dem Fortschreiten der Trocknung zu, so dass die weiter oben ausführlich beschriebene Erfahrungstatsache verständlich wird, dass die Zunahme des Zuckerverlustes im grossen und ganzen im geraden Verhältnis zu dem bei der Eintrocknung auftretenden Wasserverlust steht. Da gleichzeitig auch, die Intensität des Kreisprozesses der normalen Atmung infolge der wohl mit Recht annehmbaren Auflösung des Enzymsystems abnimmt, ist auch die Erklärung für die Erhöhung des Wertes des Atmungsquotienten gegeben. Diese Erhöhung ist demnach schneller als die Zunahme des Zuckerverlustes. Der hier gezeigte grosse Einfluss des Zustandes der äussersten Schichten scheint zu beweisen, dass die Atmung der Rüben nur in den oberflächlichen Schichten vor sich geht.

Unsere Messungen zeigten des weiteren, dass auch der innere Teil der Rübe Wasser verliert, u. zw. im gegenwärtigen Falle etwa 5 bis 6%. Dieser Wasserverlust ist aber von einer anderen Natur als der vorige. Der Wassergehalt des inneren Teils ist in der ganzen Masse des Rübenstückes gleichmässig, es tritt also der im vorstehenden beschriebene Abbauprozess nicht auf. Dies ist der Grund, warum der Ablauf der Atmung und der Wert von Q trotz dem Wasserverlust normal bleiben. Bei grösseren Rübenstücken oder bei ganzen Rüben ist bei der Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Zucker- und Wasserverlust also auch die Eintrocknungsgeschwindigkeit zu berücksichtigen. Bei Stücken, die bloss aus einigen wenigen Schichten bestehen, ist dieser Unterschied natürlich nicht vorhanden, so dass es in diesem Falle nur vom prozentualen Wert der Wasserabgabe abhängt, welcher Mechanismus in Tätigkeit gesetzt wird.

Bei langsamer Trocknung treten alle diese Erscheinungen nicht auf. Auch bei den im I. Teil beschriebenen Versuchen, bei der Feststellung des Zusam-

menhanges zwischen Zuckerverlust und Temperatur trocknete die Rübe ein, weil über der 1 n NaOH eine relative Luftfeuchtigkeit von 98% herrscht. Die in den letzten fünf Zeilen von Tabelle IV angegebenen Gewichtsverluste beziehen sich auf solche Versuche. Die gemessenen Zuckerverluste waren konstant, es trat also im Laufe der Zeit, trotz der Gewichtsverminderung der Rübe keine Zunahme dieser Verluste auf. Auch der Wert von Q bewegte sich ständig um eins.

Vom Gesichtspunkt der Praxis lassen sich die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit auf verschiedenen Gebieten verwerten. Vor allem ist die schnelle Eintrocknung mit allen Mitteln zu verhindern, doch ist auch die langsame Eintrocknung auf ein Minimum zu reduzieren. Zur Verminderung der Eintrocknung an der Oberfläche der Rübenhaufen ist es einerseits überaus wichtig, diese Haufen mit Erde, Matten usw. zu bedecken, andererseits ist die Oberfläche der Mieten zu verringern, d. h. die Rüben sind in je grösseren Mieten zu lagern. Das Eintrocknen der Rüben setzt indessen bereits vor dem Einmieten ein. Die auf den Feldern zusammengetragenen oder auf den Eisenbahnstationen lagernden, doch nicht zu Prismen zusammengeschaufelten Rübenhaufen besitzen eine sehr grosse Oberfläche. Bei mildem, eventuell windigem Herbstwetter kann der tägliche Gewichtsverlust an der Oberfläche sogar 2 oder 3% betragen, was schon einen aeroben Abbau hervorruft. Jetzt ist es bereits möglich, an Hand von Zahlen die auch bisher aufgestellte Forderung zu bekräftigen, dass der Gewichtsverlust der Rübe nicht nur wegen der schlechteren technologischen Eigenschaften der welken Rüben, sondern auch wegen des zusätzlichen Zuckerverlustes von je 0,05% zu vermeiden sei, der bei der schnellen Trocknung jeweils bei einem Wasserverlust von 1% auftritt.

Die bisherige Anordnung der versuchsweise in der Lagerungstechnik benutzten Netze ist zur Feststellung der Lagerungsverluste nicht zufriedenstellend. Während des Versuches wurde immer der Zuckerverlust und der Gewichtsverlust bestimmt, was aber von dem im Inneren der Miete befindlichen Netz nicht richtig angezeigt wurde. Im Inneren der Miete ist die Atmosphäre mit Wasserdampf fast gesättigt und der Gewichtsverlust verhältnismässig gering, so dass auch der Zuckerverlust niedriger bleibt.

Die Wiederaufquellungsversuche zeitigten das Ergebnis, dass die in der ersten Stunde aufgenommene Wassermenge mit der Eintrocknung der Rübe zunimmt. Dies bildet also einen gewissen Anhaltspunkt für den Zustand, in dem sich die aufzuarbeitende Rübe vom Gesichtspunkt ihres Wasserverlustes befindet. Die aufgenommene Wassermenge kann auch recht gross sein, da ja die Rübe auch in der Schwemme wieder aufquillt. Die bisher im allgemeinen als haftendes Wasser bezeichnete Gewichtszunahme ist also nur zum Teil an der Rübenoberfläche haftendes Wasser, der grössere Teil des Wassers ist in die Gewebe der Rübe hineindiffundiert.

Zusammenfassung

Zur Untersuchung der Atmung der Zuckerrübe wurde ein Apparat konstruiert, der neben einer hinreichend genauen Volummessung auch einen überdruckfreien Verlauf der Atmung gewährleistete. Es konnte bewiesen werden, dass die Atmungsgeschwindigkeit im geraden Verhältnis zur Grösse der mit der Luft in Berührung kommenden Oberfläche steht und dass sie unabhängig vom Gewicht der Rübe ist. Es wurde festgestellt, dass die auf die gleiche Oberfläche bezogene Atmungsgeschwindigkeit vom Kopf zum Schwanz abnimmt, was durch eine ähnlich gerichtete Verminderung der Menge der Atmungsenzyme oder ihrer Aktivitätsintensität erklärt wurde. Auf Grund der Messung der Atmungsgeschwindigkeit der Rübe zwischen 0 und 25° C konnte festgestellt werden, dass die Atmungsgeschwindigkeit bis 10° C, entsprechend dem in früheren grossbetrieblichen Lagerungsversuchen der Verfasser aufgestellten Zusammenhang, exponentiell mit der Temperatur zunimmt, während die Zunahme zwischen 10 und 25° C weit langsamer erfolgt. Die Grösse des aus dem Wert der Atmungsgeschwindigkeit berechneten Zuckerverlustes stimmt gut mit der Grösse des grossbetrieblich gemessenen Zuckerverlustes überein. Demzufolge ist die Ursache der Zuckerverluste ausschliesslich in der Atmung zu suchen. Diese Feststellung bezieht sich nur auf die im biologischen Ruhezustand befindliche Rübe in den für die Lagerung in Betracht kommenden Monaten November bis Januar.

Der Wert des Atmungsquotienten betrug bei allen Versuchen eins, in diesem Zeitabschnitt verbrennt also die lagernde Rübe während der Atmung nur Kohlenhydrat.

Bei der Untersuchung des Einflusses des Welkens auf den Atmungsprozess wurde in erster Linie der Mechanismus der Eintrocknung der Rübe aufgehehlt. Es wurde hierbei die Veränderung der Trocknungsgeschwindigkeit als Funktion der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit bestimmt.

Es wurde ferner der charakteristische Unterschied zwischen langsamer und schneller Eintrocknung (Welken) definiert. Bei der schnellen Trocknung wird die Geschwindigkeit der Wasseraufgabe von der inneren Diffusion des Wassers bestimmt. Trotz der bei der schnellen Trocknung eingetretenen Veränderungen gibt die wiederaufgequollene Rübe unter gleichen Verhältnissen das Wasser wieder mit der gleichen Geschwindigkeit ab.

Die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme der welken Rüben nimmt mit dem Ausmass des Wasserverlustes zu, wobei ihr Wassergehalt nach einer entsprechenden Zeit wieder den Wassergehalt frischer Rüben erreicht. Mit dieser Methode lässt sich also der Grad des Welkens mit annähernder Genauigkeit bestimmen. Bei einem Wasserverlust von mehr als 20 % kann diese Bestimmungsmethode jedoch nicht mehr angewandt werden.

Der Zuckerverlust infolge von Welkung nimmt nur dann zu, wenn die Eintrocknung eine nach obigen Ausführungen schnelle Trocknung war. In diesem Falle entspricht jedem Wasserverlust von 1 % ein zusätzlicher Zuckerverlust von 0,05 %. Diese Feststellung besitzt bis zu einem Gewichtsverlust von 10 bis 15 % Gültigkeit.

Der grössere Zuckerverlust der welken Rübe wird durch eine Veränderung des Atmungsmechanismus verursacht. Der Atmungsquotient nimmt mit dem Fortschreiten der Austrocknung zu, wobei sich sein Wert bei einem Wasserverlust von 10 % zu 4 ergibt. Die Zunahme des Wertes des Atmungsquotienten beschränkt sich auf die äusseren Schichten der Rübe, in den inneren Schichten bleibt er auch weiterhin 1, trotz dem Umstand, dass auch hier ein bedeutender Wasserverlust aufgetreten ist.

Das Ergebnis dieser Versuche weist auf die bekannte Erfahrungstatsache hin, dass die Rübe je rascher nach dem Roden einzumieten ist, um so einen schnellen Verlust ihres Wassergehaltes zu verhindern. Ferner weist es auch darauf hin, dass bei der Bestimmung der bei der Lagerung entstandenen Zuckerverluste bei der Anordnung der bisher allgemein benutzten Netze darauf zu achten ist, dass die Netze auch auf die Oberfläche der eingelagerten Rübenhaufen gelangen, da die grössten Zuckerverluste an den dort befindlichen Rüben auftreten.

LITERATUR

1. *Vajna, S.* und *Vajna-Papp, M.*: Cukoripar, **4**, 1951, S. 231 ; **5**, 1952, S. 280 ; **6**, 1953, S. 259.
2. *Strohmer, F.*: Oesterr.-ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. **31**, 1902, S. 933.
3. *Stoklasa, J.*: Blätter f. Zuckerrübenbau, **10**, 1903, S. 268.
4. *Рубин, С. А.*: Хранение сахарной свеклы. Москва 1946. S. 24.
5. *Рискина, С. Р.*: Сахарн. промышл. **12**, 1951, S. 19.
6. *Vajna, S.*: Cukoripar, **5**, 1952, S. 39.

7. *Vajna-Papp, M.*: Cukoripar, 4, 1951, S. 14.
8. *Рубин, С. А.*: Хранение сахарной свеклы. Москва 1946. S. 26.
9. *Maximow, N. A.*: Kurzes Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Berlin 1951, S. 219.
10. *Plant Physiol.* 24, 1949, S. 24.
11. *Hamous, J.*: Zeitschr. f. d. Zuckerind. d. Tsch. Rep. 1924, S. 229.
12. *Силин, П. М.*: V. Congr. Intern. Ind. Agr. 1937, S. 534.
13. *Tegze, M.*: Mündliche Mitteilung.

ДЫХАНИЕ ВЫКОПАННОГО КОРНЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ

М. В. ПАПП и Ш. ВАЙНА

Резюме

Авторы сконструировали аппарат для дыхания сахарной свеклы, в котором без сверхдавления обеспечено дыхание и при помощи которого измерение объемов проводимо с необходимой точностью. Авторами было доказано, что скорость дыхания прямо пропорциональна размерам поверхности прикосновения с воздухом и не зависит от веса свеклы. Они установили, что от головки до корня скорость дыхания в пересчете на одинаковую поверхность уменьшается; авторы объясняют это явление уменьшением количества, или интенсивности активности дыхательных ферментов подобного направления.

Скорость дыхания свеклы измерялась при температуре между 0°—25° и было установлено, что до 10°, — в соответствии с зависимостью, полученной при прежних опытах хранения свеклы в крупном масштабе, — скорость повышается экспоненциально с температурой, а затем от 10° до 25° она повышается гораздо медленнее, чем температура. Вычисленная из величины скорости дыхания величина потери сахара хорошо совпадает с величиной потерь сахара, измеренных при хранении свеклы в крупном масштабе. Согласно этим установлениям, причину потерь сахара при хранении следует искать исключительно в дыхании. Это установление относится к свекле, находящейся в состоянии биологического покоя, в месяцах ее хранения, то есть от ноября до января.

Коэффициент доброкачественности дыхания был во всех опытах равно единице, то есть в период хранения свеклы при ее дыхании сгорает исключительно только углеводов.

При исследовании действия увядания на процесс дыхания, в первую очередь был выяснен механизм усыхания свеклы. Определялось изменение скорости подсыхания при медленном усыхании, в функции влажности воздуха и температуры.

Определялись характерные различия между медленным и быстрым усыханием (увяданием). Было установлено, что при быстром подсыхании скорость отдачи воды определяется внутренней диффузией воды. Вопреки возникшим при быстром подсыхании изменениям, отдача воды вновь разбухнутой свеклой происходит при одинаковых условиях с той же скоростью.

Скорость приема воды увянутой свеклой повышается по мере потери воды, и ее содержание воды по истечении соответствующего времени достигает содержание воды свежей свеклы. Следовательно, при помощи этого метода можно с приблизительной точностью определить степень увядания, однако, в случае потери воды выше 20% этот способ для определения уже не может найти применения.

Потеря сахара увеличивается вследствие увядания лишь в том случае, когда усыхание произошло согласно вышеопределенному быстрому подсыханию. В этом случае потеря воды в 1% соответствует ежедневной лишней потере сахара в 0,05%. Это определение действительно до потери веса в 10—15%.

Большая потеря сахара увянутой свеклой обуславливается изменением механизма дыхания. Коэффициент доброкачественности дыхания повышается по мере продвижения увядания и при потере воды в 10% его величина достигает 4. Повышение коэффициента доброкачественности ограничивается на наружные слои свеклы. Во внутренних слоях, однако, она остается и далее равно единице, несмотря на то, что там также имело место значительная потеря воды.

Результаты опытов указывают на тот известный из практики факт, что свеклу после ее выкапывания следует укрывать по возможности скорее, чтобы препятствовать быстрой потере ее содержания воды. Далее, результаты указывают и на то, что при размещении общеприменяемой до сих пор сети для определения потери сахара во время

хранения, необходимо обратить внимание на то, чтобы сети попадали также и на поверхность кагата, так как самая большая потеря в содержании сахара имеет место именно в свеклах, размещенных на поверхности.

SUGAR-BEET RESPIRATION DURING STORAGE

By

MARGARETE VAJNA—PAPP and S. VAJNA

Summary

An apparatus has been designed which allows sugar beet respiration to take place without superpressure, provided volumetric measurement is sufficiently precise. It has been proved that the rate of respiration is in direct ratio to the extent of surface exposed to air, and is independent of the weight of the beet. It has been established that the rate of respiration calculated for identical surfaces decreases from the rose end to the heel end. For this the explanation is offered that a decrease in the amount of respiratory enzymes and in the intensity of their activity takes place in the same direction.

On measuring the rate of beet respiration at temperatures between 0 and 25° C it has been found that up to 10° C it increased exponentially with temperature in conformity with the correlation established in earlier large-scale storage experiments, and then much slower from 10° to 25° C. The loss of sugar calculated from the value of the respiratory rate agreed well with that ascertained by large-scale weighing. Apparently, therefore, the cause of loss of sugar by storage must be connected with respiration. This statement refers to beet biologically at rest during storage in the months from November to January.

In all the experiments, the value of the respiration quotient was found to be equal to unity, i. e. during this period the beet stored oxydized only carbohydrate in respiration.

Examining the effect withering exerts upon the respiratory process, we first of all endeavoured to throw light upon the mechanism of drying. The changes in the rate of drying at slow drying were determined as functions of temperature and of moisture in the air.

We have defined the characteristic differences in slow and rapid drying (withering). It has been established that in rapid drying the rate at which water is released is governed by its internal diffusion. Despite the changes due to rapid drying the beet, if made to swell again, will under identical conditions release water at the identical rate.

The rate of water uptake in the withered beet increases with the amount of water lost and, after the lapse of an appropriate time, the water content is restored to that in fresh beet. With this method it is, therefore, possible to approximate the degree of withering, but such approximation cannot be applied to cases where the loss of water exceeds 20 %.

The loss of sugar will not increase in consequence of withering, if the drying was not a rapid one in the sense defined above. If so, a 1 % loss of water corresponds to an 0.05 % daily surplus loss of sugar. This statement holds good for losses in weight up to 10 or 15 %.

Losses in excess of this percentage are due to changes in the mechanism of respiration. The respiratory quotient increases with increasing withering and at 10 % loss of water its value attains 4. The increase in the value of the quotient is limited to the outer layers of the beet, but remains 1 in the inner layers in spite of the considerable loss of water arising in them as well.

These experimental results point to the empirical fact that, in order to prevent quick loss of water, the beet must be covered as soon after the harvest as possible. Further, they stress the necessity of placing the nets, generally used for determining the loss of sugar during storage, on the upper surface as well, where the beet suffer the greatest loss of sugar content.

GRÜNHEUBEREITUNG MIT ELEKTRISCHER KALTLUFTVENTILATION

Von

Z. KUNFFY, H. TANGL

FORSCHUNGSINSTITUT FÜR TIERZUCHT

und

F. LOMB

FORSCHUNGSINSTITUT FÜR ELEKTRISCHE ENERGETIK

(Eingegangen am 15. November 1954)

Wir bauen in Ungarn jährlich 400 000 ha Schmetterlingsblütner an, hauptsächlich Luzerne. Auf dieser Fläche produzieren wir durchschnittlich etwa 215 000 t verdauliches Eiweiss, beziehungsweise 700 000 t Stärkewerte. Die Hälfte dieses Ertrages wird konserviert. Die Konservierung, beziehungsweise die Trocknung wird nach dem alten Verfahren ausgeführt. Das Grünfutter wird nach dem Abmähen in Schwadern getrocknet (Erdbodenheu), dann in Schobern aufbewahrt. Um den Trocknungsverlauf mit äusseren Faktoren beeinflussen zu können, müssen wir die in der Pflanze vorgehenden Veränderungen und jene Möglichkeiten kennen, die die Änderungen modifizieren können. Das Ziel ist eine möglich rasche Trocknung, weil je kürzer die Entwässerungsdauer ist, umso wertvoller wird das Heu.

Die Trocknung des Grünfutters, also die Verdunstung des Wassers wird von vielen Umständen beeinflusst. Vor allem sollen wir die Luftfeuchtigkeit, die Temperatur und die Luftströmung vor Augen halten. Je trockener die Luft, je kleiner ihre relative Feuchtigkeit, umso rascher kann sie den Wassergehalt des Grünfutters entziehen und vermindern.

Die relative Luftfeuchtigkeit der Bodenfläche in Ungarn nähert sich über Nacht dem 100%, also dem Sättigungszustand. Das ist der Grund, dass das am Nachmittag schon getrocknete Heu in den Morgenstunden wieder nass wird. Der Feuchtigkeitsgehalt des Heues kann während der Nacht von 30–40% auf 50–60% steigen.

Die rasche Verminderung des Feuchtigkeitsgehaltes ist sowohl aus Standpunkt der Trocknung, wie auch aus biologischen Gründen wichtig. Die Enzyme sind nämlich in der Pflanze nur tätig, bis der Wassergehalt bis auf 38 % sinkt. Bei höherem Wassergehalt verbraucht die abgemähte Pflanze, die in ihrem Organismus befindlichen Nährsubstanzen, zu verschiedenen Stoffwechselvorgänge. Demzufolge vermindert sich ihr Gehalt an Kohlehydrate, Eiweiss, Karotin, etc. Deswegen ist es erwünscht, dass der Wassergehalt des abgemähten Grünfutters so rasch wie möglich bis 38% sich vermindert. Damit können wir viele, auch biologisch wertvolle Nährsubstanzen zu Gunsten unserer Tiere retten.

Nicht nur die in der Pflanze vor sich gehende chemische Prozesse verursachen aber alle erlittenen Verluste der Heubereitung. Durch das Wenden, Sammeln, Auf- und Abladen werden viele Blätter der abgemähten Luzerne abgebrochen. Bis zum Heimführen des Heues bleiben oft nur die Stengel, obwohl gerade die Blätter die wertvollsten Teile der Luzerne sind. Selbst bei sorgfältigster Heubereitung erleidet die Heuernte wegen Blätterabbröckelung 5–10% Nährwertverlust. Bei nicht sorgfältigem Vorgehen erreichen die Verluste sogar 50–60%. Im Falle Regenwetters während der Trocknung, wird der Nährstoffverlust noch grösser. In solchen Fällen können wir auf 60 % Eiweissverlust und 55–65 % Stärkewertverlust rechnen. Bei sehr schlechtem Wetter kommt es vor, dass nur die Rohfaser der Pflanzen eingeführt wird und damit wird bei der Verfütterung nur der Ballastgehalt des Futters vermehrt.

Durchschnittlich können wir jährlich mit einem Verlust von 35 000–40 000 t Eiweiss rechnen. Die Stärkewertverluste sind dem entsprechend.

Die Rettung dieser Nährwerte ist eine der wichtigsten Aufgaben unserer Tierzucht.

Da man sich überzeugt hat, dass das Erdbodenheu oft sehr minderwertig ist, versuchte man mit verschiedenen Verfahren die Nährstoffverluste zu vermindern.

Man versuchte die Anwendung des Schwadenrechters, dies verlangsamt aber die Trocknung und verursacht besonders bei Regenwetter grösseres Risiko. Man versuchte die verschiedenen Arten der Reuter und Gerüstrockner. Alle diese Systeme bedürfen aber viel Holzmaterial und mehr Arbeitskraft und deswegen verbreiteten sich diese Methoden nicht. Endlich können wir noch die von Prof. Klinger eingeführte Methode anführen. Er lässt das abgemähte Grünfutter durch zwei geriffelte Walzen durch. Somit werden die Stengel des Grünfutters verletzt und der Wassergehalt verdunstet rascher. Durch diese Methode erfolgt die Trocknung rascher, jedoch die durch Abbröckelung verursachten Verluste der Blätter bleiben.

Schliesslich war keine der angewandten Verfahren voll erfolgreich, es gelang zwar die Verluste zu vermindern, nicht aber aufzuheben. Im Ausland war man auch derselben Meinung und man ging versuchsweise auf die künstliche Trocknung über.

Die ausländischen Versuche werden zum Teil mit Durchströmen unerwärmter Luft, zum Teil mit erwärmter Luft vorgenommen. Die in Europa bekannten Methoden sind aber für unsere Verhältnisse ungeeignet, sowohl aus wirtschaftlicher, wie auch aus energetischen Gründen. In Polen erbaute man zwei Fabrikanlagen für Futtertrocknung, wobei man 0,6 t Kohle zum Trocknen von je 1 t Heu verwendet. Mit Rücksicht auf unsere Kohlenvorräte und auch auf die grossen Frachtkosten, kommt dieses Verfahren bei uns nicht in Frage.

Auch ein schweizerisches Verfahren ist bekannt, welches dort in grösserem Ausmass verwendet wird. Diese Einrichtung trocknet etwa 100 kg Heu pro Stunde und verbraucht dazu 400 kWStunden, also 1,33 kWStunde pro kg Wasser. Die Anlagekosten betragen 200 000 sch. Fr. Zum Trocknen wird durch elektrischen Strom erzeugte Warmluft verwendet.

Es gibt auch in Westdeutschland eine ähnliche Einrichtung, die — bei Verwendung niedriger Temperatur — 1 kWStunde pro kg verdunstetes Wasser verbraucht. Es gelang die verbrauchte Energie bis 591 kgkal pro kg verdunstetes Wasser zu vermindern. Trotz des grossen Verbrauches hält man die Anlagen wirtschaftlich und sie verbreiteten sich dementsprechend.

Beschreibung unserer Methode

Es wurde uns klar, dass wir eine den ausländischen gegenüber einfachere, billigere und — bezüglich der elektrischen Energie — anspruchslosere Methode brauchen. Unsere klimatische Verhältnisse erleichterten die günstige Lösung der Frage. In dem Heutrocknungsmonaten ist nämlich die Temperatur viel wärmer und die Luftfeuchtigkeit niedriger, als in denjenigen europäischen Ländern, wo die obenerwähnten Versuche ausgeführt wurden.

Wir geben die für unsere Martonvásárer Versuche gültigen klimatischen Untersuchungsergebnissen an, da sie auf unsere Versuche ausschlaggebend waren (siehe Tabelle I).

Es soll bemerkt werden, dass die obigen meteorologischen Angaben vom Jahre 1954. allein schon deswegen eine gewisse Sicherung und Hoffnung auf die Endergebnisse unserer Versuche gewähren, da die Zahl der Sonnenstunden aussergewöhnlich niedrig (siehe Tabelle II) und die relative Luftfeuchtigkeit 4–10% höher war, als die des 30 jährigen Durchschnittes. Beide Faktoren können nämlich aus dem Standpunkt der Trocknung mit Kaltluft ungünstig bezeichnet werden.

Laut der meteorologischen Angaben war es zu erwarten, dass von Mitte Mai — bis Mitte September im Falle der Einführung einer geeigneten Betriebswirtschaftsmethode und im Falle des Erreichens einer günstigen Luftströmung mit dem Ventilapparat, die Heubereitung ohne Warmluftbelüftung wirtschaftlich durchzuführen möglich ist.

Wir untersuchten dementsprechend die Frage, ob die ganze Trocknung künstlich ausgeführt, oder ob sie teilweise mit natürlicher Trocknung ersetzt werden kann, ohne Nährstoffverlust zu erleiden. Wir untersuchten auch diejenige Verluste, die nach dem Mähen während des Abwelkens entstehen. Es waren uns nämlich die Studien von Nikolajeva bekannt. Sie behauptete, dass die Trockensubstanzverluste bei Rotklee nur 1,5%, bei 12 stündigen Abwelken

Tabelle I
Meteorologische Angaben von Martonvásár

Tag	Temperatur		Relative Luftfeuchtigkeit am			Niederschlag mm	
	max. °C	min. °C	7	14	20		
			Uhr				
Juni	18.	27,6	15,5	84	56	79	—
	19.	29,4	17,6	77	48	86	1,9
	20.	28,9	18,3	87	52	77	—
	21.	30,9	17,7	78	45	75	—
	22.	30,1	17,9	70	73	89	0,1
	23.	29,4	17,3	82	55	93	3,2
	24.	—	—	—	—	—	—
	25.	—	—	—	—	—	—
	26.	30,3	15,6	79	36	78	—
	27.	33,0	16,9	82	49	71	—
Juli	28.	25,4	18,3	70	59	66	1,6
	29.	25,4	13,6	88	55	75	—
	30.	27,0	16,5	76	56	73	—
	1.	31,2	17,4	80	46	78	10,8
	2.	24,3	17,0	92	64	80	3,7
	3.	19,3	11,5	79	62	81	—
	4.	25,3	11,2	74	46	72	—
	5.	25,2	13,2	80	59	78	—
	6.	24,2	11,4	72	40	64	—
	7.	24,7	15,0	84	—	—	—

Tabelle II

Zahl der Sonnenstunden in den Monaten	30 jähriger Durch- schnitt St.	Im Jahre 1954	
		St.	%
April	181	126	— 30
Mai	264	238	— 10
Juni	274	231	— 16
Juli	295	230	— 22
August	272	288	+ 6

erreichen. Auch Frau Dörner die sich mit Karotinforschung beschäftigte stellte fest, dass die Karotinverluste der Luzerne durchschnittlich nur

Zeit nach dem Mähen	Karotinverlust
6 Stunde	16–18%
12 „	18–22%

erreichen.

Die Nährstoffverluste der Vorwelkensperiode zeigten sich ziemlich niedrig, die Bedeutenderen erfolgen erst später. Bei regnerischer Witterung können

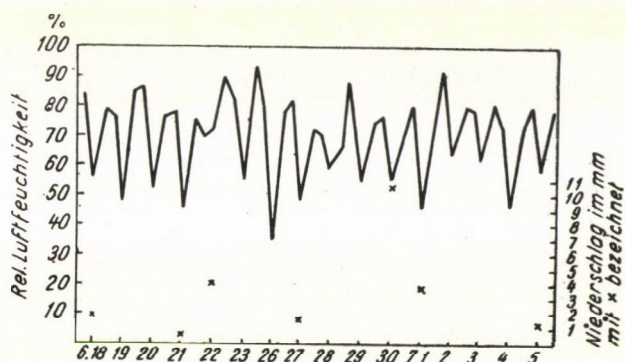


Abb. 1. Relative Luftfeuchtigkeit und Niederschlag Martonvásár vom 10.6–5.7. 1954.

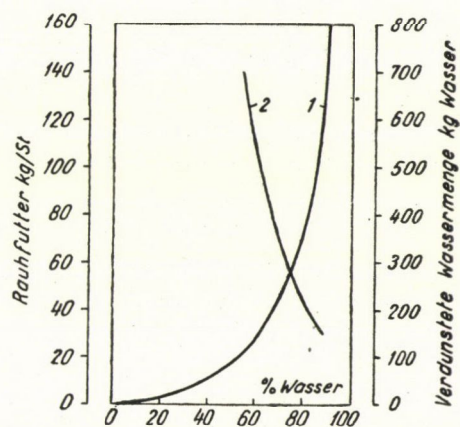


Abb. 2

aber die Verluste während der Trocknung leicht das Doppelte erreichen, als bei trockenem Wetter. So soll das Vorwelken nur dann vorgenommen werden, wenn nach dem Mähen mindestens einen halben Tag lang trockenes Wetter zu erwarten ist. In dem Falle kann der Wassergehalt auf etwa 50% zurückgehen und bei dieser Konsistenz bröckeln sich beim Einfahren die Blätter noch nicht ab.

Damit kann diese Art der Verluste nicht mehr entstehen und der Hauptanteil des Eiweisses ist damit gerettet.

Unsere Trocknungsversuche werden daher günstig ausfallen, wenn wir erst dann mähen, wenn $\frac{1}{2}$ —1 Tag trockenes Wetter zu erwarten ist. Die Bedeutung des Vorwelkens wird durch Abbildung 2. bewiesen. Diese zeigt die Menge des bei Trocknung von 100 kg Heu verdunstenden Wassers und die Trocknungskapazität der Einrichtung, im Zusammenhang mit der Wassermenge die sich in dem auf die Einrichtung geladenen Heues befindet.

Im Laufe unserer Versuche untersuchten wir noch die Verhältnisse der Luftströmung und Luftwiderstandes bei der Trocknung. Wir verfertigten zwei

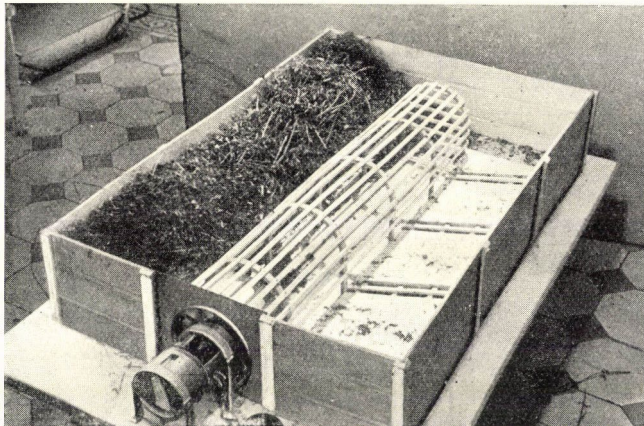


Abb. 3. Modell einer Grünheutrocknungsanlage

kleine Modelle zu diesem Zweck und montierten auf jeden Motor, die 50 Watt-Leistung hatten einen Schraubenventilator (siehe Abb. 3—4). Wir beobachteten auf den Modellen den Ablauf der Trocknung bei verschiedenen Schichtdicken und an verschiedenen Stellen. Die Beobachtungen erfolgten auf den Modellen ähnlich als auch später bei den in Martonvásár eingeführten Betriebsversuchen zum Teil, mit auf die Trocknungsanlage locker aufgeladenen Grünfutter, zum Teil mit grün gepresstem Futter. Das zum Trocknen eingeführte Heu wurde auf ein Gitterwerk locker aufgeladen. Dies wurde in zwei Variationen ausgeführt, die wir später beschreiben werden. Bei Trocknung des Pressfutters bleibt das Gitterwerk weg, da der Luftkanal aus den Futterballen geformt werden kann.

Auf Grund der auf den Modellversuchen gesammelten Erfahrungen wurde ermöglicht grossbetriebliche Versuche in Martonvásár anzustellen. Zuerst verwendeten wir zu diesen grossbetrieblichen Versuchen einen Ventilator mit 800 mm Durchmesser, der mit einem 2,5 kW-Leistungs Motor zusammengebaut war. Der effektive Leistungsbedarf des Ventilators war nur etwa 1.2 kW.

Mit diesem Apparat trockneten wir zuerst 2 t, später 5 t vorgewelkte Luzerne. Die Trocknungsversuche wurden sowohl mit lockeren, auf das Gitterwerk geladenen, vorgewelkten Grünfutter als auch mit locker gepressten Grünfutterballen vorgenommen. Die Trocknung nahm 3—5 Tage in Anspruch.

Nach den vorerwähnten Versuchen steigerten wir schon die zum Trocknen gelangten Grünfuttermassen. Die M. R. Werke aus Csepel liehen uns einen mit 8 Flügeln ausgestatteten Ventilator von 800 mm. Durchmesser der auf

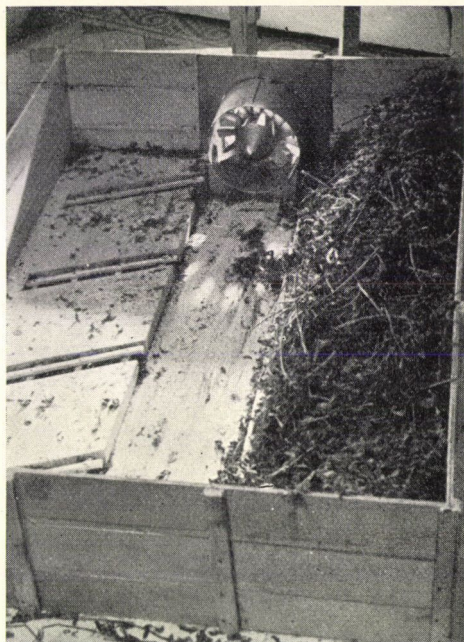


Abb. 4. Der am Latten hergestellte Hauptluftkanal und die Seitenkanäle sind sichtbar

einen Motor mit 4,5 KW-Leistung mit 1440 Umdrehungen pro Minute montiert war. Mit diesem Ventilator konnten wir schon grossbetriebliche Trocknung ausführen.

Wir stellen hinter den Ventilator der Scheunenlänge entsprechenden aus Holzlatten zusammengestellten Luftkanal auf, aus welchem 50 cm. breiten Luftkanäle nach rechts und links auf jede Meterlänge der Scheune abzweigten. Diese Trocknungsanlage hatte etwa 2,4 kW-Leistungsaufnahme, der Motor arbeitete also nur mit 50%iger Belastung. Es wäre also ein Motor mit 2 kW-Leistung genügend.

Mit dieser Anlage konnten wir schon durchschnittlich 20 t Grünluzerne trocknen, es wurde also etwa 8—9 t vorgewelkte Luzerne in die Anlage gebracht. Diese Masse wurde in durchschnittlich 120 Stunden auf 9 % Wassergehalt

getrocknet. Wir erhielten also 4,6 t zum Mahlen geeignetes (trockenes) Grünheu. Der Energiebedarf bei gut gewähltem Motor ist etwa 240 kWh, also 5 kWh pro t Grünheu. Dieser Ventilator lieferte 12 000 m³ Luft pro Stunde und der durchschnittliche Wassersäulendruck war etwa 5–7 mm.

Die Anlage ist seit ihrer Aufstellung in der Martonvásárer Versuchswirtschaft ständig in Betrieb. Die Bekömmlichkeit und Schmackhaftigkeit dieses Grünheues kann damit bewiesen werden, dass das Tierpflegepersonal ohne Erlaubnis alles verfüttert hat und später war man gezwungen ein Disziplinarverfahren einzuleiten um das Grünheu zu retten.

Auf Grund dieser guten Resultaten konstruierten wir, jetzt schon die erste für Heutrocknung speziell geeignete grossbetriebliche Anlage, immer darauf geachtet, dass es einfach und aus normalen Konstruktionselementen besteht. Die Anlage wurde ohne Schwierigkeiten in zwei Wochen fertig. Diese Anlage bestand aus einem Schraubenventilator von 1150 mm Durchmesser der in die Radnabe montierte 12 Flügel (von 550 mm Durchmesser) hatte. Die Leistung war bei 5–10 mm Wassersäulendruck 40 000 m³ pro Stunde. Der Leistungsbedarf war etwa 6 kW. Mit diesem Apparat gelang es auf einmal schon aus 50 t Grünfutter vorgewerkte etwa 22 t 50 % wasserhaltiges Futter zu trocknen. Der Trocknungsvorgang bedarf im Sommer 120 Stunden so dass, die Leistung bei Trocknung bis auf 10 % Wassergehalt war:

0,1 t pro Stunde.

Der Energiebedarf war etwa

60 kWh pro t Grünheu.

Bei einer Trocknung wurde insgesamt (natürlich und künstlich) 38 t künstlich 10 t Wasser verdunstet bei $120 \times 6 = 720$ kWh Energieverbrauch.

Der spezifische Verbrauch war insgesamt $720/380 = 1,90$ kWh/q Wasser =

16,3 kgkal/kg. Wasser

nur mit künstlicher Trocknung $720/100 = 7,20$ kWh/q Wasser =

62 kgkal/kg. Wasser

Das Ergebnis ist auch energetisch nicht nur befriedigend, sogar ausgezeichnet.

Die komplizierte und teure schweizerische Anlage verbraucht 591 kgkal pro verdunstetes kg. Wasser.

Gegenüber dem modernsten schweizerischen System ist der spezifische Energieverbrauch unserer Anlage nur

2,75%, beziehungsweise 10,5%.

Es ist wohl interessant, dass man trotz des bedeutenden Energieverbrauches den Betrieb der erwähnten schweizerischen Anlage doch wirtschaftlich findet.

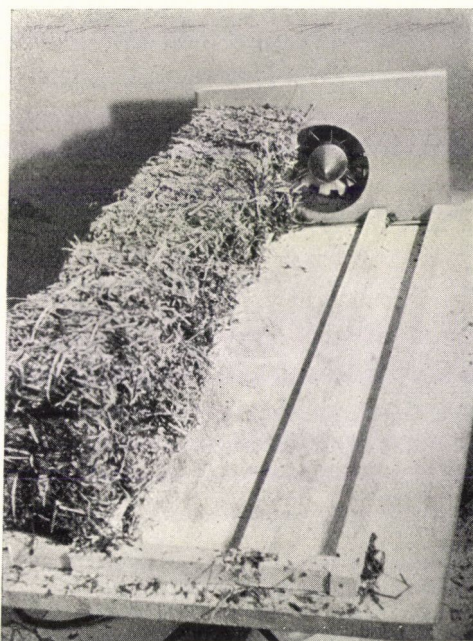


Abb. 5. Modell einer Grünheutrocknungsanlage. Die Trocknung erfolgt mit aus Grünfutter gepressten Ballen

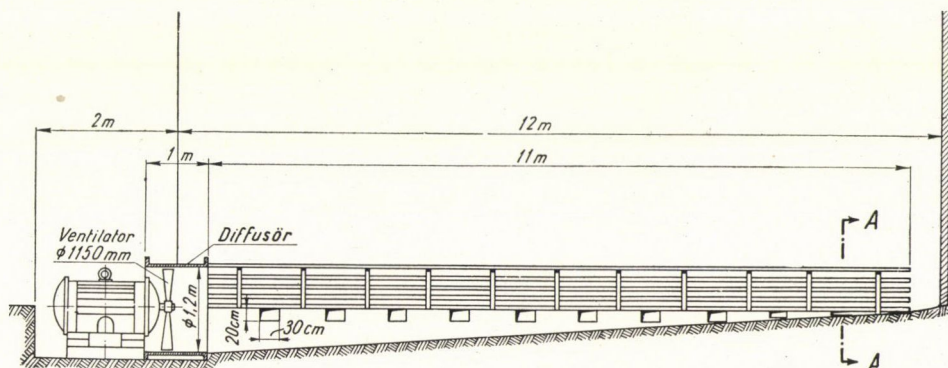


Abb. 5a

Wir konstruierten zwei verschiedene Anlagen für locker trocknendes Futter. Im ersten Fall sind Haupt-Seitenluftkanäle und der Ventilator — um weniger Stoff zum Gitterwerk zu verbrauchen — zur Hälfte in den Boden versenkt (siehe Abb. 5. a, b, c).

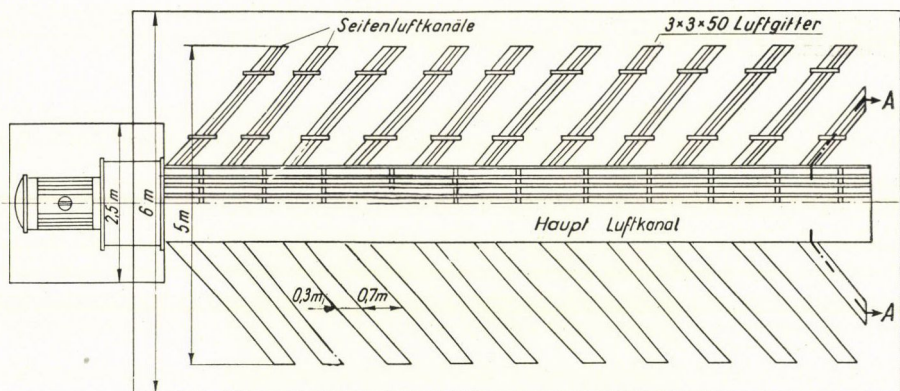


Abb. 5b

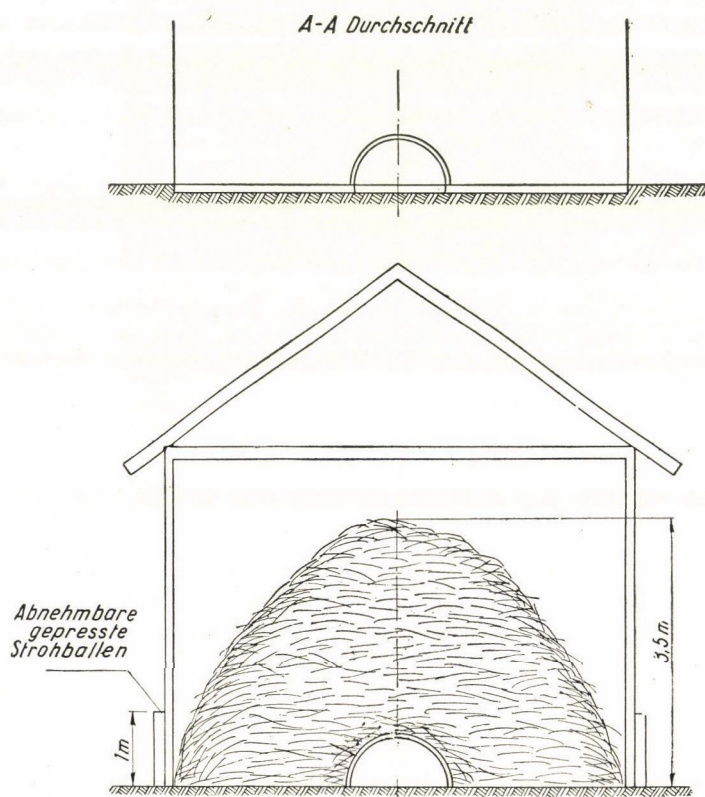


Abb. 5c

Im zweiten Fall wurde ein doppelter durchlöcherter Fussboden angelegt und der ganze Ventilator ist in den Boden versenkt.

Der falsche, durchlöcherter Fussboden kann aus Holz oder aus Eisen konstruiert werden (siehe Abb. 6. a, b).

Bei locker gepressten Grünfutterballen verwendet man keine Luftkanäle, die können aus den Ballen selbst hergestellt werden. Nur zeigte es sich zweck-

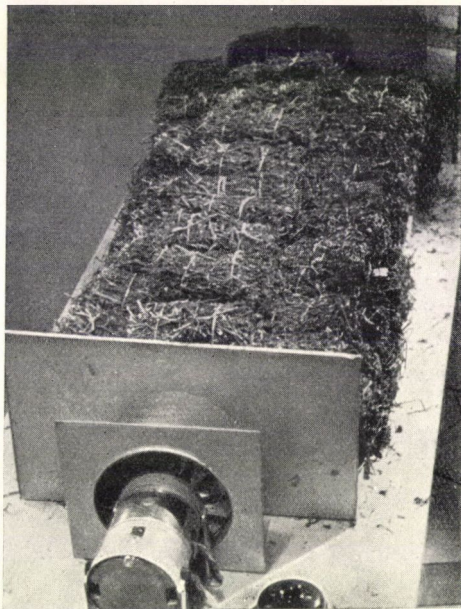


Abb. 6. Zusammenhäufung der Grünfutterballen

mässig unter der ersten Ballenreihe zwei Balken zu legen um die Luftzirkulation zu ermöglichen.

Ausser der beschriebenen technischen Anlage ist noch irgend ein Dach notwendig, welches das Futter während der Trocknungsdauer gegen Regen und Sonne schützt. Als Sonnenschutz ist ein breites Gesims des Daches erwünscht.

In der Trocknungsscheune braucht man nur eine Wand, welche zwischen Ventilator und das trocknende Futter aufgestellt werden soll um die Rückströmung der aus dem Heu entweichenden, mit Wasserdunst gesättigten Luft zum Ventilator zu verhindern.

Die Versuchsergebnisse und die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens

Die Versuchsergebnisse können hauptsächlich und bestes mit den Nährsubstanzeanalysen des Grünheues dokumentiert werden.

Die folgende Tabelle III zeigt die durchschnittlichen Nährwerte des Heues bei Anwendung verschiedener Trocknungsmethoden. Der besseren Übersicht wegen werden alle Werte auf 100% Trockensubstanz gerechnet angegeben. Unter Eiweisswerte versteht man verdauliches Eiweiss + 50%

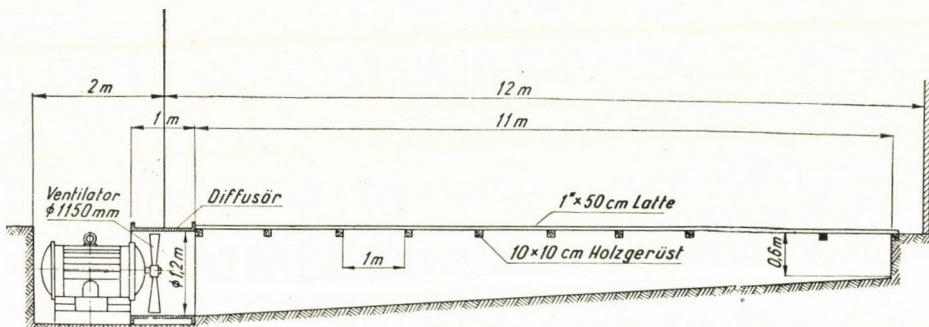


Abb. 6a

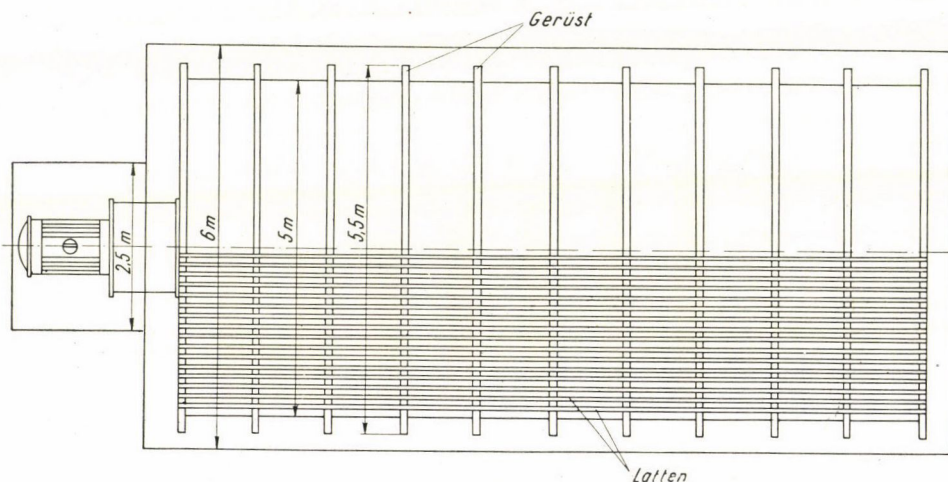


Abb. 6b

der Amiden. Die Anwendung dieser Werte ist damit begründet, dass die grössten Menge von Rohfutter hauptsächlich an Wiederkäuern verfüttert werden, welche die Amiden als vollwertiges Eiweiss verwerten.

Wir nahmen in der folgenden Tabelle die Werte des Grünfutters,
des natürlich getrockneten Heues,
des mit Schwadenrechnern getrockneten Heues,
des mit Wärme künstlich getrockneten Heues nach Prof. Tangl und
Direktor Ribiánszky und endlich

des Grünheues nach dem Kunffy—Lomb—Tangl Verfahren mit Kaltluftventilation.

Tabelle III

Nährwert des mit verschiedenen Trocknungsmethoden bereiteten Heues

Verfahren	Nährwert auf 100% Trockensubstanz gerechnet			
	Roheiw.	verd. Eiw.	Stärke	Karotin
	+ 50% Am. wert			
	%	%	%	mg/kg
1. Grünfutter (Luzerne)	22,0	17,2	49,3	450
2. Mit Schwadenrecher	17,8	12,6	36,8	32
3. Natürlich getrocknetes Erdbodenheu	17,0	12,0	33,0	17
4. Tangl'sches Mehl	45,0	36,0	60,0	250
5. Ribíánszky'sches Mehl	28,0	21,9	56,0	225
6. Luzernesilage	20,0	12,3	44,4	300
7. Kunffy—Lomb—Tangl-Verfahren Grünheu	21,6	16,2	47,5	90

Wir zeigen die Nährwerte der obigen Tabelle auch graphisch abgebildet :

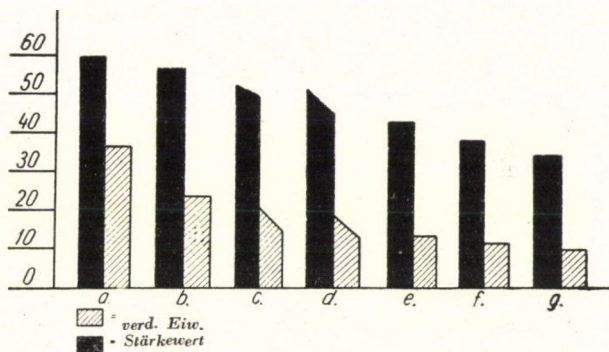


Abb. 7. Nährwert leguminöser Rohfutter (in 100%igem Tr. subs.)

Der verdauliche Eiweißgehalt und die Stärkewerte der Tangl'schen und Ribíánszky'schen Luzernemehle sind deshalb höher, als die des Grünfutters, weil diese entweder aus viel jüngeren Luzernebestand erhalten worden sind (Ribíánszky) oder weil der Rohfasergehalt entfernt wurde (Tangl). Aus der Tabelle kann festgestellt werden, dass der Nährwert des mit Kaltluftventilation erhaltenen Heues beinahe den Nährwert des Grünfutters erreicht. Die Verluste der Konservierung sind also minimal.

Wenn wir die erhaltenen Werte auf ha umrechnen, so erhalten wir Tabelle IV.

Bei der Zusammenstellung dieser Tabelle gingen wir aus der Tatsache aus, dass die Jahresernte eines ha Luzernefeldes ergibt bei uns durchschnittlich 17,4 t Grünfutter.

Tabelle IV
Nährwertproduktion in kg/ha und Vergleich mit Grünfutter

Verfahren	Verd. Eiweiss		Stärkewert	
	kg/ha	%	kg/ha	%
1. Grünfutter.....	715	100	2,100	100
2. Mit Schwadenrecher	510	72	1,520	73
3. Natürlich getrocknetes Erdbodenheu	480	65	1,380	65
4. Tangl'sches Mehl	640	90	1,760	85
5. Ribíánszky'sches Mehl	760	90	1,920	92
6. Luzernesilage	600	84	1,850	89
7. Kunffy—Lomb—Tangl Verfahren Grünheu	670	94	1,950	94

Die Angaben der Tabelle IV sind auch graphisch dargestellt (Abb. 8):

Aus der Tabelle ist festzustellen, dass durchschnittlich 150—180 kg. verdauliches Eiweiss pro ha gerettet werden kann. Die Bedeutung dieser Tatsache ist umso grösser, da in Ungarn alljährlich gerade in dem am schwersten zu ersetzenden verdaulichen Eiweiss der grösste Mangel herrscht. Es muss ausserdem bemerkt werden, wie aus der Tabelle III ersichtlich, dass das Grünheu 4—5mal soviel Karotin und ausserdem grössere Mengen von Chlorophyll enthält (welches die grüne Farbe des Heues verursacht), als das Erdbodenheu.

Wenn wir also mindestens auf 115 000 ha die Grünheubereitung einführen, — was nicht einmal 30% unserer Schmetterlingsblütnerfläche ist — so können wir 18 000—20 000 t verdauliches Eiweiss retten. *Dieses ersparte Eiweiss genügt zur Produktion von etwa 360—400 Millionen kg Milch.* Die Zweckmässigkeit der Einführung dieses Trocknungsverfahrens wird allein durch die Mehrproduktion begründet. Es sind aber auch noch andere ökonomische Standpunkte, die es unterstützen.

Aus agrotechnischem Standpunkt ist es günstig, dass das Futter nach einer kurzen Vorwelkungszeit das Feld räumt. Nur so ist die unter unseren klimatischen Verhältnissen notwendigen Bearbeitung des Bodens (Eggen nach jedem Mähen) möglich. Diese Bodenbearbeitung verbessert den Wasserhaushalt des Bodens und dadurch erreicht man grössere Ernten. Auch die Luzerne regeneriert sich rascher, was besonders für das zweite Mähen notwendig ist.

Das raschere Abfahren des Futters vom Felde ist besonders in regnerischem Wetter wichtig, denn sonst gehen viele wertvolle Nährsubstanzen aus dem Futter verloren und erhöhen ganz bedeutend die ohnedies grossen Verluste. Auch die Luzerne geht unter dem gemähten oder sich im Häufeln befindenden Futter zugrunde.

Aus dem Standpunkt des Arbeitskraftersparnisses soll vor Augen gehalten werden, dass die Arbeiten des Umdrehens und Sammelns bei der Grünheube-

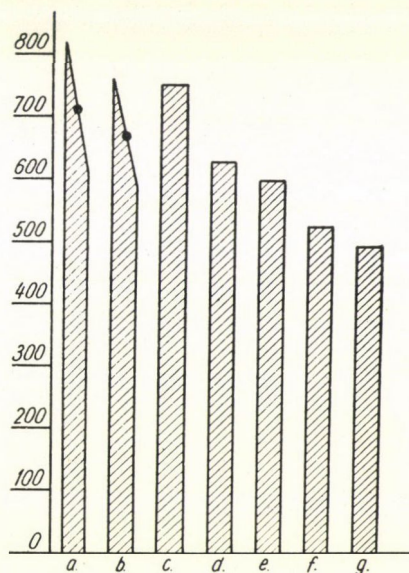


Abb. 8. Eiweissertag der Luzerne pro ha. a) Grünfutter, b) Grünheu, c—d) Futtermehle mit Wärme getr. von Ribíánszky, Tangl) Gärfutter, f) mit Schwadenrecher, 9) Erdbodenheu

reitung entfallen. Wichtig ist ausserdem, dass die ersparten Arbeiten gerade in die Zeit der Arbeitsgipfel fallen. Die Kosten dieser Arbeiten sind garnicht so niedrig, bei regnerischem Wetter erhöhen sie sich ganz bedeutend und gerade wenn die Qualität des Heues minderwertig ist. Im Allgemeinen sind die Werte der ersparten Löhne grösser, als die Kosten der verbrauchten elektrischen Energie. So ist eigentlich die Grünheubereitung — abgesehen vom Nährwertgewinn — praktisch kostenfrei.

Die Tabelle V und die Abbildung 9 gibt die Kosten der verschiedenen Heukonservierungsmethoden an. Die Kosten beziehen sich nur auf jene, die nach dem Abmähen entstehen.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass das Kaltluftbelüftungsverfahren das Billigste ist, und mit Rücksicht auf die Nährwertverluste viel ökonomischer ist, als die Erdbodenheu- oder Silagebereitung.

Tabelle V

Kosten von 100 kg verd. Eiweiss, beziehungsweise von Stärkewert bei den verschiedenen Konservierungsmethoden

Verfahren	Verd. Eiweiss		Stärkewert	
	Ft	%	Ft	%
1. Grünfutter (Luzerne)	38	100	13	100
2. Mit Schwadenrecher	90	237	28	215
3. Natürlich getrocknetes Erdbodenheu	94—106*	248—285*	30—36*	242—285*
4. Tangl'sches Mehl	145	385	55	425
5. Ribíánszky'sches Mehl	200	525	78	600
6. Luzernesilage	77	202	25	192
7. Kunffy—Lomb—Tangl-Verfahren Grünheu	56	147	19	148

* im regnerischen Wetter.

Auch «Die deutsche Landwirtschaft» bringt uns Beweise im August 1954 von E. Pötke unter dem Titel «Die Heuwerbung nach dem Belüftungsver-

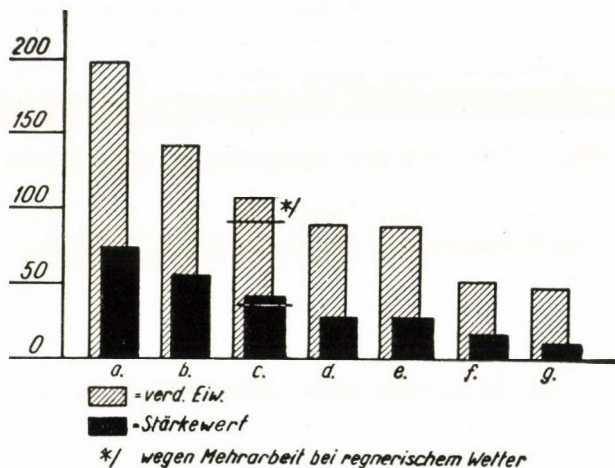


Abb. 9. Kosten von 100 kg Eiweiss und Stärkewert (nach dem Mähen) a—b) Futtermehle mit Wärme getr. von Ribíánszky, Tangl, c) Erdbodenheu, d) mit Schwadenrecher, e) Gärfutter, f) Grünheu, g) Grünfutter

fahren». Der Verfasser unterstützt vollwertig unsere Feststellungen und bringt noch vorteilhaftere Ergebnisse. Er teilt unter anderen folgende Tabelle mit.

Es ist festzustellen — schreibt Pötke — dass durch Kaltluftbelüftungsverfahren hergestelltes Grünheu um etwa 15% billiger ist, als das Erdboden-

Verdauungskoeffizienten (nach Nehring, 1953)

Verfahren	Trocken substanz	Roheiw.	Fett	Rohfaser
1. Erdbodenheu	59,2	70,6	43,2	56,4
2. Reuterheu	58,6	65,2	38,2	61,5
3. Warmlufttrocknung	62,5	68,3	38,3	64,2
4. Kaltlufttrocknung	63,3	72,7	48,9	63,7

*Arbeitskraftbedarf in St/ha und in M/q**Bei Landsberger Mischfutter*

Arbeit	Bei			
	Erdbodenheu		Kaltlufttrocknung	
	Stunde	Mark	Stunde	Mark
Handarbeit	79,2	3,17	50,5	2,02
Gespannarbeit	5,8	0,18	3,18	0,12
Schlepperarbeit	12,2	1,40	12,2	1,40
Elektrische Energie	—	—	—	0,47
Insgesamt	97,2	4,75	66,5	4,01

Die Kosten bei Reutertrocknung beträgt 4,48 M.

heu. Noch günstiger stellt sich die Rechnung bei dem zweiten Schnitt der Luzerne, wo

bei Erdbodenheu 4,12 M/q

bei Grünheu 3,20 M/q

Kosten zu verrechnen sind.

Der Unterschied ist etwa 25%.

Aus dem Standpunkt der Investition ist das Verfahren auch recht günstig.

Eine Trocknungsanlage — ohne Scheune — kostet etwa Ft 8000. Da der Apparat sehr einfach ist, rechnet man auf Amortisation und Reparaturen höchstens 10% also 800 Ft. Während einer Saison (140 Tage) kann die Anlage mindestens 100 Tage im Betrieb sein. In dieser Zeit ist der Energieverbrauch

$$100 \times 24 \times 6 = 14\,400 \text{ kWh}$$

Die Kosten der Energie kann man mit Ft 0,50 berechnen, da das Trocknen nur von Mai bis September vor sich geht und $\frac{1}{3}$ des Verbrauches fällt auf den billigeren Nachttarif.

In 100 Tagen kann 20mal Heu getrocknet werden und mindestens 13 t pro Rate, so ist die Gesamtproduktion

260 t Luzernegrünheu pro Jahr.

Die Betriebskosten sind also

Amortisation	800 Ft
elektr. Energie $14\,400 \times 0,5$	7200 Ft
Insgesamt	8000 Ft.

Die spezifischen Betriebskosten sind

$$8000 \times 2600 = 3077 \text{ Ft/q Grünheu.}$$

Auf Grund der Obenerwähnten sind aber diese Betriebskosten durch das Ersparniss des Umdrehens und Sammelns mindestens ausgeglichen.

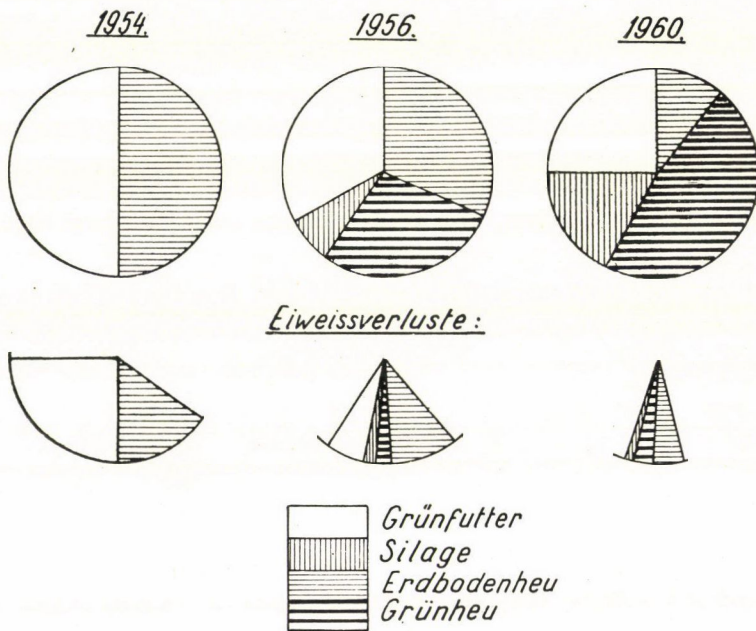


Abb. 10. In unseren Schmetterlingsblütner produziert Eiweiss und die % Verteilung der Konservierungsmethoden

Mit Rücksicht auf die obigen Angaben, ist es klar, dass die Grünheubereitung notwendig, zweckmässig und ökonomisch ist.

Auf Grund der Einführung der Grünheufütterung und der sukzessiv erhöhten Einführung des Verfahrens, können innerhalb einigen Jahren die Eiweissverluste auf das Minimum niedergedrückt werden.

Wir geben in der Abbildung 10. einen realen Plan zum Erreichen dieses Zweckes. Wir zeigen die Lage in Ungarn erstens im Jahre 1954, als

das Verfahren noch im Allgemeinen unbekannt ist, dann im Jahre 1956 nach dem Anfang der Verbreitung und schliesslich im Jahre 1960, als schon 115 000 ha Leguminosenfläche mit dieser Methode konserviert werden.

Die Wirkung der Anwendung der Kaltluftventilationsmethode auf die Lieferung von elektrischer Energie

Die künstliche Heutrocknung kann im Prinzip ausser Elektrizität, auch mit Explosionsmotor gelöst werden.

Doch mit Rücksicht auf den einfacheren, betriebssicheren und billigeren Betrieb empfehlen wir doch in erster Linie die Anwendung des elektrischen Antreibens. Infolge dessen müssen wir die Wirkung einer ausgedehnten Anwendung des Systems auf die Lieferung der elektrischen Energie feststellen.

In einem landwirtschaftlichen Betrieb, das schon elektrifiziert ist oder wird, bedarf die Inbetriebsetzung von einem 5–6 kW Motor keine weitere grössere Investition. Man soll aber mit Maximalbedarf an elektrischer Energie während des Drusches rechnen.

Die Mehrbelastung des Verteilungsnetzes ist nicht von Bedeutung. Der Anschlussbedarf ist bei 2000 Trocknungsanlagen $2000 \times 6 = 12\,000$ kW. Die gleichzeitige Belastung aller Anlagen kann $90/140 = 0,64$ sein, der Leistungsbedarf im ganzen Lande kann also 7700 kW sein. Mit Rücksicht darauf, dass diese Belastung nur von Mai bis September auftritt, ist diese Trocknungsmethode eine wünschenswerte Belastung aus dem Standpunkt der elektrischen Energielieferung.

Investitionsbedarf des Systems

Die Investitionskosten von den geplanten 2000 Anlagen sind 16 000 000 Ft.

$\frac{1}{3}$ davon entfällt auf die elektrischen Motoren mit Schaltkasten,

$\frac{1}{3}$ davon entfällt auf die Ventilatoren und

$\frac{1}{3}$ davon entfällt auf das Gitterwerk und Montieren.

Diese Investitionen sind aus der Hinsicht unserer Industriekapazität bedeutungslos. Die Herstellung der Anlagen binnen einem Jahr stösst an keiner Schwierigkeit.

Weitere Forschungs- und Untersuchungsaufgaben

Man muss sich mit den aufgestellten Apparaten und Anlagen weiter beschäftigen. In jeder Wirtschaft sollen die bisherigen Erfahrungen der Einstellung und Inbetriebsetzung an 2–3 Personen übermittelt werden. Es sollen weitere Erfahrungen gesammelt werden und alle wichtigen Angaben der arbeitenden Anlagen überprüft werden. Es liegt nämlich auf der Hand, dass man mit Hilfe weiterer Erfahrungen und überprüfter Angaben das System noch weiter entwickeln, verbessern und ökonomischer gestalten kann.

Ferner soll noch weitere Anwendung der Anlage versucht werden. Wir denken auf das Trocknen des Kombaingetreides und des Kolbenmaises. Somit könnte die Anlage noch besser ausgenutzt, noch rentabler werden.

Ausserdem soll noch die kombinierte Trocknung mit dem Klinger'schen Apparat versucht werden, da wahrscheinlich die Leistungsfähigkeit damit erhöht werden kann.

Es soll weiters untersucht werden inwiefern sich die Anlage am Feld bewährt, entweder mit einfachen, praefabrizierten, mobilen Bauelementen, oder mit gepressten Futterballen. Es soll festgestellt werden, ob man anstatt Draht ein anderes Material zum Binden der Futterballen verwenden kann, welches weniger Schaden im wertvollen Tierbestand verursacht, als das mit Draht.

Wir hoffen alle diese noch offene Fragen in dem nächsten Jahr beantworten und dann die Früchte unserer Versuche der Praxis übergeben zu können.

Zusammenfassung

Die Verfasser beschreiben ihre, im Jahre 1954 in der Versuchswirtschaft der Akademie der Wissenschaften zu Martonvásár angestellten Grünheubereitungsversuche.

Nach vielen Versuchen konstruierten sie eine Trocknungsanlage, die von einem elektrischen Motor mit 5 kW-Leistung angetrieben worden ist. Der Motor treibt einen 12 flügeligen speziellen Schraubenventilator mit 1150 mm Durchmesser an, der 960 Umdrehungen in der Minute hat und fördert 40 000 m³ Luft pro Stunde durch das, auf 50% Wassergehalt vorgewelkte Grünfutter.

Die Trocknung dauert 3—5 Tage lang. In dieser Zeit wird 125—150 q 10% wassergehaltiges Grünheu getrocknet.

Die Trocknung wird entweder mit grün gepressten Futterballen oder mit locker zusammengehäuften Grünfutter vorgenommen. Man lässt Luftkanäle im Grünfutter, um die zum Trocknen notwendige gleichmässige Luftverteilung zu sichern.

Das mit dieser Methode getrocknete Heu erleidet nur 5—6% Verlust an verdaulichem Eiweiss, beziehungsweise Stärkewert, im Gegensatz zum Erdbodenheu, bei welchem man durchschnittlich mit 35% Verlust zu rechnen hat. Die Einführung dieser Konservierungsmethode sichert etwa 170 kg Mehreiwiss pro ha, womit 3400 kg Milch erzeugt werden kann.

Die Kosten des Verfahrens sind niedrig. Die Investition der Anlage beträgt etwa 10 000 Ft und trockenet jährlich 1000 t Grünfutter.

Die Betriebskosten betragen 15—25% weniger — wie es auch Prof. Nehring's Angaben beweisen — als bei der Erdbodenheubereitung.

Der spezifische Energieverbrauch ist 62 kgkal/kg Wasser. Man verbraucht 5—6 kWh/q Heu, also viel weniger, als die schweizerischen und deutschen Heissluft-Trocknungsanlagen.

Aus dem Standpunkt des Landesenergieverbrauches kann die Einführung des Verfahrens auch im grossem Massstab durchgeführt werden, denn die Energie hauptsächlich im Sommer und teilweise in der Nacht in Anspruch genommen wird.

LITERATUR

1. *Bielinski, K.*: Der Futterwert der Luzerne im Zusammenhang der Schnittzeit. (Auszug aus polnisch geschriebener Arbeit) 1954, Przegląd Kosiowlany, 6. No. 22. S.
2. *Brown-Boveri*: Mitteilungen, 1952. VI—VII.
3. *Cameron Brown, C. A. and Finn Kelcey, P. G.*: Electricity in Farm Cropdrying. The proceedings of the Institution of electrical engineers, 1953. Part. II.
4. *Electrification rurale*. II. Genf. 1953. Edition des Nations Unies.
5. *Herzig, I.*: Der Nährstoffgehalt der Blätter, Blüten und Stengel der Luzerne. Ann Tschechoslov. Akad. Landw. 57. 1935.

6. Kunffy, Z.: Grünheubereitung mit Belüftungsverfahren. (Унгарisch.) 1954. Agrártudomány, 10.
7. Landis, J.: Der Futterwert des Trockengrases und die Wirtschaftlichkeit der künstlichen Grastrocknung. Landwirtschaftliche Vorträge, 1938.
8. Nehring, K.: Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. 4. Auflage 1951.
9. Nehring, K.: Heuwerbung und Futterkonserwierung 1953. Schriftenreihe 28.
10. Paulsen: Wirtschaftlichkeit der Grünfuttertrocknung, 1954. Deutsche Landw. Presse 8. No. 107. S.
11. Pötke, K.: Bericht über Belüftungsversuche mit vorgewelkten Heu. Die Deutsch. Landwirtschaft, 1953.
12. Pötke, E.: Die Heuwerbung nach dem Belüftungsverfahren. 1954. 9. Die deutsche Landwirtschaft.
13. Richter, K.—Oslage, W.: Zusammensetzung, Verdaulichkeit und Wert einiger Trockengrünfütter (künstlich getrockneter Grünfütter) nach Versuchen an Wiederkäuern und an Schweinen. 1954. Landw. Forschung 2. No, 126 S.
14. Tangl, H.: Versuche über Erzeugung eines hochwertigen Luzernenneu (ungarisch) 1949, Agrártudomány No. 9.
15. Tangl, H.: Luzernetrocknung durch Belüftungsverfahren. (Унгарisch) 1954. Élet és Tudomány No. 9.
16. Tangl, H.: Heubereitung durch Belüftungsverfahren (Унгарisch) 1954. Agrártudomány No. 10.
17. Weber, H.: Die technische Trocknung des Grünfutters 1954. 7. Die deutsche Landwirtschaft.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗЕЛЕННОГО СЕНА ПРИ ПОМОЩИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ВЕНТИЛЯТОРА С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

З. КУНФФИ, Х. ТАНГЛ и Ф. ЛОМЕ

Резюме

Развитию животноводства препятствует постоянно повторяющийся всеобщий недостаток корма, а особенно недостаток в белках. Прекращению бескормицы хотя и можно препятствовать увеличением кормовой площади и повышением средних урожаев, однако, в первую очередь следует хранить уже произведенные кормовые ценности путем правильной методики консервирования их.

Этой цели служит самый подходящий климатическим условиям Венгрии метод для искусственной сушки грубой кормы, а именно метод сушки при помощи вентилятора с электрическим приводом, при котором воздух окружающей среды нормальной температуры продувается через провяленную траву.

Сущность метода состоит в том, что перед подобным железной решетке вентиляционным каналом помещается присоединенный к электродвигателю мощности в 6 квтч вентилятор, диаметром в 115 см, подающий приблизительно 40 000 м³/час воздуха. После скашивания травы, провяленный короткое время зеленый корм с содержанием воды в приблизительно 50% помещается в сарае в ящик с площадью основания в 12×6 м. Закладка корма проводится в слоях высотой в приблизительно 2 м над решеткой. Воздушный поток превращает зеленый корм в течение 4—5 дней в высушенное сено с содержанием воды в 10%, сохраняя при этом 94—95% первоначального содержания переваримого белка, 94% крахмального эквивалента, в противоположность 30—60%-ной потере питательных веществ при сушке сена в валках. Содержание каротина сена в случае сушки его воздушным потоком в 6 раз больше, чем при сушке в валках и как это видно по его зеленому цвету, сохраняется также биологически ценное, большое содержание хлорофилла.

Результаты проведенных в 1954 году опытов являются тем более ценными, что в этом году количество солнечных часов от апреля до июля было на 10—32% меньше среднего сорока лет, а, с другой стороны, относительная влажность воздуха была на 4—10% выше среднего. После первых опытов на модели сушка проводилась в Мартонвашаре, в крупнохозяйственном масштабе, причем просушивались 200 центнеров зеленой кормы одновременно. Вентилятор новой конструкции диаметром в 1150 мм продувает через зеленый корм 40 000 м³ воздуха в час при высоте водяного столба в 5—10 мм. Итак, почасовая мощность равняется одному центнеру сена, для чего необходимо приблизительно 6 квтч электрической энергии.

Удельная зарата энергии следовательно 16,3 ккал/кг воды для проведения всей сушки и в отношении искусственной сушки 62 ккал/кг выпариванной воды, то есть значительно меньше, чем при внедренных заграицей и рассматриваемых экономичными установках для сушки с теплым воздухом.

В качестве результатов данного метода авторы приводят содержание питательных веществ сена люцерны, полученного при помощи различных сушильных систем (таблица III).

Большие разницы в содержании питательных веществ особенно бросаются в глаза при пересчете на один иох (единица земельной меры в Венгрии — 43, 16 ара; таблица IV).

Дальнейшие преимущества данного метода проявляются отчасти в области агротехнической, а отчасти в области распределения рабочей силы. Благодаря скорому сносу зеленой кормы, люцерна после скашивания скорее вновь прорастает, лучше и во время можно проводить боронование люцерника, и, наконец, этот метод сопровождается меньшим риском, чем сушка в валках.

Далее было установлено, что при методе сушки воздушным потоком расходы меньше, чем при сушке в валках, так как работы по ворошению и на уборку сена отпадают. Эта экономия рабочей силы колеблется между 15–25%, что было также доказано профессором Нерингом, выявившим и то, что при сушке сена воздушным потоком коэффициенты переваривания сена более благоприятны, чем в случае сушки в валках.

С точки зрения капиталовложения данный метод консервирования сена также является выгодным, так как при наличии сенохранилища установка для высушки 1600 ц. сена в течение сезона обходится всего лишь в 10 000 фрт. В случае же проектирования данного метода на всю страну и применяя его на 30% всей площади бобовых, то по расчету получаемого с одного иоха добавочного переваримого белка в количестве 1 центнера, добавочная продукция молока исчисляется в приблизительно 300 миллионов кг.

В интересах дальнейшего развития данной системы необходимо еще продолжать работы и прежде всего исследовать другие возможности для применения вентилятора, в частности для высушивания комбайнового хлеба и кукурузы в початках и т. д. Необходимо исследовать также результаты комбинированных работ со стебледробильной машиной Клингера, возможно ли и с каким успехом производить сушку на поле, а если проводится сушка тюкованного зеленого корма, то какой перевозочный материал является самым экономичным.

CURING OF HAY BY MEANS OF ELECTRICALLY GENERATED AIR CURRENT

Z. KUNFFY, H. TANGL and F. LOMB

Summary

The ever recurring country-wide forage shortage, and particularly the shortage in protein is bound to hamper progress in livestock production. A large part of this shortage can of course be met by increasing crop yields per unit or the area under forage crops, yet obviously the first task is to preserve the feeding value in crops already produced.

Under the climatic conditions of Hungary, the best means to this end seems to be the procedure in which the surrounding air of normal temperature is being forced through the pre-dried green forage by electrically induced ventilation.

The equipment used in this procedure consists essentially of a 6kW electric motor with a ventilator mounted on it, which has a diameter of 115 cm and is capable of conveying 40,000 m³ of air per hour. This aggregate is placed in front of a plenum chamber with an iron grate on it. In a container of a surface area of 12 × 6 m, a 2 m high layer of green forage pre-dried for a short time immediately after mowing and containing about 50 % water, is then placed upon the grate. In 4 to 5 days, the air current reduces the water content to 10 %, but allows the forage to retain 94 to 95 % of the original digestible protein, and 94% of the original starch value, whereas the loss of nutrients in hay cured in the field ranges from 30 to 60 %. Hay dried by ventilation contains six times as much carotene as field-cured hay. Besides, as is proved by its green colour, it retains its high level of the biologically valuable chlorophyll.

This year's experimental results are all the more significant as in the period from April to July the number of hours with sunshine was by 10 to 32 % less than the average of the last 40 years, whereas the relative moisture content in the air was by 4 to 10 % greater. The initial experiments with models were followed by large-scale drying in Martonvásár of at once 200 q of green forage. The ventilator constructed for the purpose has a diameter of 1150 mm and, at 5 to 10 mm water gauge, is capable of forcing 40,000 m³ of air through the green forage. Thus the output per hour is 1 t of hay requiring about 6 kWhrs of electric power.

Accordingly, specific energy consumption is 16,3 kilocal/kg of water referred to the whole drying, and 62 kilocal/kg of evaporated water referred to artificial drying, i. e., considerably less than that of the hot-air drying apparatuses employed abroad and believed to be economical.

Table III, showing the nutrient contents in alfalfa hay dried by various methods, is to demonstrate the superiority of our procedure.

The great differences in favour of our method become particularly conspicuous if they are referred to the unit area; in table IV to one cad. yoke.

The additional advantages to be gained from our procedure manifest themselves in the fields of agronomy and manpower management. As to the first, alfalfa will shoot earlier on a field from which the green crop has been cleared shortly after mowing, and harrowing can be done better and in due time. As regards the second, the new method saves labour and expenditure by rendering tedding and stacking superfluous. This saving in labour amounts to from 15 to 25%, according to Prof. Nehring's findings, who also demonstrated that the digestion coefficients were more favourable in hay dried in an air current than in the field-cured hay.

From the point of view of investment, our method is an equally advantageous proposition, because where there are hay sheds at disposal the cost of an equipment for preserving 1600 q of hay a season is roughly 10,000 forints. Presuming the method to be applied to only 30% of the country's area under legumes, this will mean an additional yield of 1 q of digestible protein per cad. yoke, making it possible to produce about 300 million kg more milk each year.

Research work is in progress to further improve the system, and primarily to find additional use for the ventilator, as for instance in drying grain or maize on the cob, etc.

PERIODISCHE VERÄNDERUNGEN DER KAROTINOID- UND VITAMIN-A-KONZENTRATION IM SERUM DER PFERDE UND IHRE WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG

Von

I. ÓCSAG und F. SRÉTER

(Eingegangen am 4. Januar 1955)

Im Kreise der ungarischen Tierzüchter wird die Bedeutung des Vitamins A bzw. des Karotins immer mehr bekannt. Das Interesse daran wurde vor allem durch das Phänomen der A-Hypovitaminose erweckt. Eine alte Beobachtung ist, dass bei karotinarmer Fütterung die jungen Tiere in der Entwicklung zurückbleiben, sich ihre Widerstandsfähigkeit vermindert und sie binnen kürzerer oder längerer Zeit eingehen. Sowohl bei jungen als auch bei Zuchttieren ruft die schwache und unsystematische Karotinversorgung zahlreiche pathologische Erscheinungen hervor. Obwohl ausgewachsene Tiere ohne Gewichtsabnahme längere Zeit hindurch (eventuell auch jahrelang) auf karotinarmem Futter gehalten werden können, werden von den weiblichen Tieren nur wenige befruchtet, während sich die Paarungslust der männlichen verringert. Werden weibliche Tiere trotzdem trächtig, so können sie die Frucht nicht austragen oder diese kommt mit verminderter Lebenskraft auf die Welt. Die neuesten Forschungen klärten die Rolle des Vitamins A in der Funktion der ektodermalen Gewebe, in erster Linie in der Funktion des Keimepithels.

Das Tier erhält das Karotin, das am meisten verbreitete Provitamin des Vitamins A, in grünen und gelben Pflanzen sowie im grün getrockneten Heu und verwandelt es selber in Vitamin A. Zuerst dachte man, dass die Umwandlung in der Leber stattfindet, doch neuerdings veröffentlichten mehrere Verfasser Angaben darüber, dass sich dieser Prozess in der Darmwand vollzieht. Von hier gelangt das Vitamin A durch das portale Gefäßsystem und den Lymphkreislauf zu seiner Hauptspeicherungsstelle, in die Leber. Ausserdem können sowohl das Karotin als auch das Vitamin A ebenfalls im Blutkreislauf und in den Fettgeweben nachgewiesen werden.

Den Arten gemäss speichern die Tiere auf verschiedene Weise Karotin und Vitamin A. Das Fettgewebe des Rindes enthält viel Karotin, seine Farbe ist deswegen, vor allem im Sommer, gelb. Auch im Serum kann viel Karotin nachgewiesen werden.

Im Fettgewebe und im Blut des Schafes und der Ziege ist Karotin nur in Spuren oder überhaupt nicht enthalten.

Aus Untersuchungen vieler Verfasser ist bekannt, dass beim Rind der Karotinoidspiegel (Karotin, Xanthophyll usw. zusammen) des Serums mit dem Karotingehalt des gefressenen Futters in einem engen Zusammenhang steht und dessen Veränderungen getreu wiedergibt. Der Karotinoidspiegel des Serums beim Rind vermittelt uns deswegen ein gutes Bild der Karotinversorgung.

Bei entsprechender Karotinversorgung wird das Vitamin A in der Leber in grosser Menge gespeichert. *Gillam* fand, dass der Vitamin-A-Gehalt der Leber der Säugetiere zwischen verhältnismässig engen Grenzen variiert (0,7—32 mg/100 g frische Leber, durchschnittlich 8,3 mg/100 g).

Über den Karotin- und Vitamin-A-Umsatz des Pferdes, über die Assimilierungsweise sind nur sehr wenige Mitteilungen erschienen. *Sapunow* und *Rudra* haben nachgewiesen, dass der Karotinoidspiegel im Blut des Pferdes den Veränderungen im Karotingehalt des Futters folgt.

Beim Pferd wird das Vitamin A im Serum und in der Leber gespeichert (*Jensen, With, Rudra*), obschon einige Forscher Vitamin A in der Leber lediglich in sehr geringen Mengen oder überhaupt nicht gefunden haben (*Mitchell, Linton*). Laut der Versuche *Rudras* variiert der Karotinoidspiegel des Serums zwischen 0 und 442 I. E./100 ml. Zugleich zeigt der Vitamin-A-Spiegel des Serums eine Schwankung von 7 bis 52 I. E./100 ml und der Vitamin-A-Gehalt der Leber eine Schwankung von 32 bis 2000 I. E./g.

Die Autoren beschränkten sich bei der Untersuchung des Karotin- und Vitamin-A-Spiegels im Blut der Pferde eher auf die Klärung der Mangelkrankheiten. Nach der Ansicht einiger Verfasser verursacht der Vitamin-A-Mangel Hufkrankheiten, Rheuma und Fehlgeburten (*Klemola, Chatelain, Kessler, Callender, Mitchell und Edwards*). Es gab jedoch auch Forscher, die solche Veränderungen nicht beobachteten (*Hart, Goss, Guilbert*).

Bei experimentell hervorgerufener A-Avitaminose (*Guilbert, Howell, Hart*) können Nachtblindheit und Dermatitis beobachtet werden, wobei das Vitamin A in der Leber der Tiere fehlt. *Andersen* und *Hart* führten während 502 Tage experimentell Nachtblindheit herbei, währenddessen das Vitamin A aus der Leber des Pferdes verschwand. Andere (*Cruickshank*) hingegen beobachteten ständig in einem Bergwerk lebende Ponys, deren »Heu kein Karotin enthielt«(?), waren aber trotz ihrer schweren Arbeit gesund.

A. V. Sapunow untersuchte von November bis April den Karotinoidgehalt des Blutes bei Pferden, die mit 10 kg Heu und 2—4 kg Hafer gefüttert wurden, und fand ihn zwischen 17 und 46 μ g.

Über die Karotin- und Vitamin-A-Versorgung der Pferde in Ungarn sowie über die Gestaltung des Serumspiegels wurden keine literarischen Angaben gefunden. Selbst die ungarischen Universitätslehrbücher veröffentlichen keine Daten über den täglichen Karotinbedarf der Pferde. Doch stossen wir nicht nur in der Pferdezuchtpraxis sondern auch in den Lehrbüchern auf Regeln und Feststellungen, laut welcher »dem Pferd auch Heu und genügendes Futter

entsprechen«. Bei der Fütterung der Rennpferde wird diese Vorschrift seit langem angewandt. In Ermangelung von Heu erstreckt man neuerdings diese irrtümliche Regel ebenfalls auf Stuten und Fohlen, und bei der Verwendung des Rauhfutters der Tierzuchtbetriebe werden die Ansprüche der Pferde nur in dritter oder vierter Linie befriedigt.

Das Gesagte sowie das kontinentale Klima und die charakteristische ungarische Pferdehaltung lenkten unser Augenmerk darauf, uns mit der Karotin- und Vitamin-A-Versorgung der Pferde und mit deren Folgen zu befassen. Mit diesem bei der Ungarischen Akademie der Wissenschaften bereits seit zwei Jahren angemeldeten Thema konnten wir uns erst nach der Vereinfachung und Ausarbeitung der Bestimmungsmethoden sowie der Anschaffung vollkommenerer Instrumente erfolgreich beschäftigen. Die Karotinoid- und Vitamin-A-Bestimmung wurde nach dem von einem der Verfasser modifizierten *Kimble*schen Verfahren durchgeführt, dessen Beschreibung im Heft 4 des Bandes III der *Acta Veterinaria Hungarica* im Jahre 1953 veröffentlicht wurde.

Der erste Teil der Karotin- und Vitamin-A-Forschung bestand aus der Feststellung des Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegels im Serum der Pferde und Fohlen.

Auf Grund literarischer Angaben ist bekannt, dass der Karotingehalt des Futters, die Grösse der Rationen, der Nährzustand, die Arbeitsanwendung — in der angeführten Reihenfolge — die Gestaltung des Serumkarotinoidspiegels beeinflussen. Die Beobachtungen wurden deswegen nicht am Pferdebestand eines einzigen Gestüts oder Tierzuchtbetriebs ausgeführt, sondern es wurden drei charakteristische Fütterungs- und Haltungsverhältnisse zugleich festgehalten.

Im Gestüt und auch sonst das ganze Jahr hindurch erhielten die Stuten und Fohlen des Vollblutgestüts von Dióspuszta die bestmögliche Fütterung. Ihr Kräftezustand war immer gut.

Die Fütterung der ständig arbeitenden Stuten in Nagygombois ist für das Durchschnittsniveau der ungarischen Viehwirtschaften charakteristisch. Der Kräftezustand der Stuten und der Fohlen im Gestüt war mittelmässig, manchmal schwächer.

Der Tierzuchtbetrieb von Gödöllő verfügte nicht über einen Rauhfutterbestand für den Winter. Der Futterbedarf der Stuten wurde zum grösseren Teil durch das von Fall zu Fall gelieferte Rauh- und Pferdefutter gedeckt. Die Fütterung deckte oft kaum den zum Lebensunterhalt nötigen Nährstoffbedarf, doch dauerten solche Zustände nie lange, sie erstreckten sich lediglich auf 1–2 Tage. Vom neuen Transport erhielten dagegen die Tiere reichliche Portionen. Die Stuten arbeiteten fortwährend, ihr Kräftezustand war im Központi Major (Zentralen Meierhof) mittelmässig, in Szárítópuszta schwächer als mittelmässig. An letzter Stelle war die Arbeitsanwendung manchmal anstrengend.

Der Versuch erstreckte sich auf 8 Stuten und 4 Fohlen. Der Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel wurde in Dióspusztá, Nagygyombos, Gödöllő Központi Major und Száritópusztá im Serum von je zwei Stuten untersucht. Von den Fohlen befanden sich 2 in Dióspusztá und 2 in Nagygyombos. Laut der Untersuchungen zeigte der Karotinoidspiegel im Serum von identisch gefütterten Stuten und Fohlen nur geringe Abweichungen, weshalb es genügt, den Durchschnittswert der erhaltenen Ergebnisse zu veröffentlichen.

Die Untersuchungen wurden im Oktober 1952 begonnen, die Resultate des ersten Monats waren jedoch infolge der anfangs angewandten Methodik und des Instrumentes (Pulfrich-Photometer) subjektiv; die Beobachtungen wurden deswegen von November 1952 bis Oktober 1953 mit der in der weiter oben erwähnten Arbeit beschriebenen Methodik und mit dem beschriebenen Instrument fortgesetzt. Der Karotinoid- und Vitamin-A-Gehalt des Serums wurde in jedem Monat zwischen dem 10. und 15. untersucht.

Die Fütterung wurde überhaupt nicht geleitet, unser Ziel war ja zu ermitteln, wie sich die Karotinoid- und Vitamin-A-Konzentration im Serum unter den üblichen Haltungs- und Fütterungsverhältnissen gestaltet.

Während der Versuche wurden die Grösse, Qualität und Änderung der Futterrationen mit Aufmerksamkeit verfolgt. Es war jedoch nicht möglich, den Karotingehalt des gefressenen Rauhfutters in jedem einzelnen Fall durch Untersuchungen festzustellen.

Die verhältnismässig lange (1 Jahr) und ständige Beobachtung war mit sehr vielen Schwierigkeiten verbunden, bei deren Überwindung Adjunkt I. *Monostori* uns eine grosse Hilfe leistete.

Die Blutproben wurden in Flaschen mit geschliffenem Pfropfen durch die Post (1–1½ Tage) oder mit Motorrad transportiert und vor der Untersuchung im Kühlschrank bei einer Temperatur von 0–4° C gehalten. Nur in zwei Fällen — in zwei äusserst warmen Sommermonaten — kam von Dióspusztá teilweise verdorbenes Blut an.

In den Untersuchungen beschränkten wir uns auf die Bestimmung des Karotinoidgehaltes, da auf Grund literarischer Angaben bekannt ist, dass das Karotin 90–95% des Serumkarotinoidgehaltes des Pferdes beträgt.

In Dióspusztá befanden sich die Vollblutstuten im Gestüt. Ihre Fütterung war entsprechend. Die trächtigen Stuten erhielten bei der besten und der schwächsten Winterhaltung folgende Futterrationen :

Im Dezember :	2	kg	gutes Luzernenheu,
	4	«	mittelmässiges Wiesenheu,
	4,5	«	Hafer,
	0,4	«	Sonnenblumenkuchen.

Im April : 7 kg etwas verschossenes Haferwickenmischheu,
 3,5 « Hafer,
 0,35 « Weizenkleie,
 0,15 « Sonnenblumenkuchen.

Der Kräftezustand der Stuten war gut.

Die Absatzfohlen bzw. Jährlinge erhielten bei der besten und der schwächsten Winterhaltung folgende Futterrationen :

Im November : 2,5 kg gutes Luzernenheu,
 2 « mittelmässiges Wiesenheu,
 4,5 « Hafer,
 0,4 « Sonnenblumenkuchen.

Im April : 3 kg mittelmässiges Luzernenheu,
 3 « schwächer als mittelmässiges verschossenes Wiesenheu,
 3,5 « Hafer,
 0,3 « Weizenkleie,
 0,2 « Sonnenblumenkuchen.

Die Entwicklung und der Kräftezustand der Fohlen waren gut.

In Dióspusztá war der Karotinoidspiegel der Stuten (Abb. 1) in den Wintermonaten der niedrigste. Dezember, Januar, Februar und die zweite Hälfte von April bildeten die Tiefpunkte. Die Steigung im März und Anfang April wurde durch Fütterung mit — richtigerweise für das Winterende aufgehobenem — Luzernenheu herbeigeführt. Im Mai und Juni erreichte der Karotinoidspiegel des Serums auf Wirkung der Grünweide sein Maximum. Im Juli sicherte man bereits den Nährstoffbedarf teilweise durch Rauhfutter, so dass sich vier Monate lang ein ständiger Karotinoidspiegel ausbildete. Die Weide war zu der Zeit schon von schwacher Qualität, ausgebrannt sowie voll mit Stengeln und Unkräutern.

Der niedrigste Karotinoidspiegel im Blutplasma der Fohlen (Abb. 2) ergab sich im Dezember, Januar, Februar und März. Die Fütterung war in diesen Monaten sowohl bezüglich der Qualität als auch der Quantität konstant und gleichmässig. Der Anstieg im April ist bereits das Ergebnis des rupfbaren Grünen (die Fohlen hielten sich am Tage stets im Freien auf). Auf Wirkung der üppigen Weide von guter Qualität im Mai stiegen sowohl die Quantität als auch der Spiegel des Karotins steil an, infolge der Trockenheit ist aber bereits im Juni und Juli eine Abnahme wahrnehmbar. Im August fällt die Serumkarotinoidkonzentration bereits auf die Hälfte und im September sinkt sie bis zum Winterspiegel. Die Weide der Fohlen brannte zum Sommerende aus, hatte im August eine sehr schwache Qualität. Zu der Zeit sicherte das Luzernenheu den entsprechenden Karotinoidspiegel.

In *Nagyombos* hielt sich die Fütterung auf dem durchschnittlichen Niveau unserer Wirtschaften, konnte aber bei weitem nicht als gut angesprochen

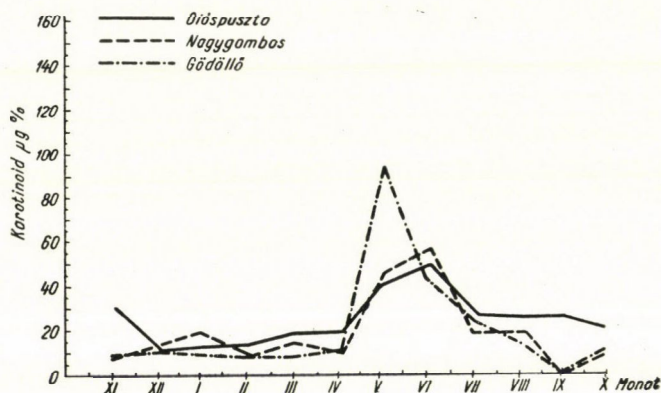


Abb. 1. Serumkarotinoidspiegel der Stuten

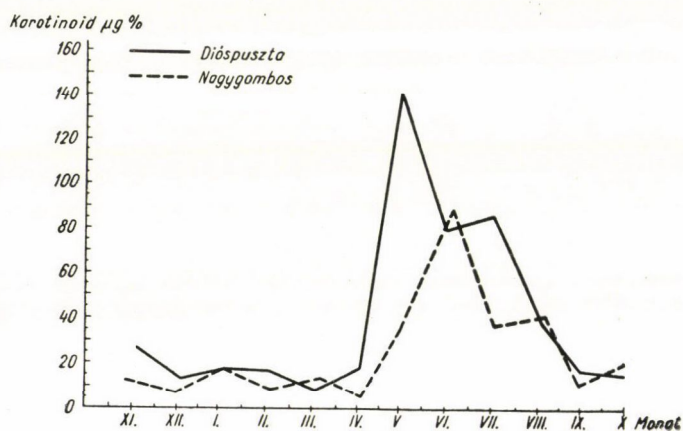


Abb. 2. Serumkarotinoidspiegel der Fohlen

werden. Die Stuten erhielten bei der besten und schwächsten Winterhaltung folgende Futterrationen :

Im Februar :

5	kg	mittelmässiges Haferwickenmischheu,
3	«	Futterstroh,
2	«	Hafer,
1	«	Kompaktfutter,
0,5	«	Luzernenmehl,
0,5	«	Melas.

Im April : 8 kg Gerstenstroh mit Wicke,
 2 « Gerstenstroh,
 1 « ausgelaugtes Wiesenheu,
 1 « Luzernenmehl,
 1,5 « Hafer.

Die Futterversorgung war zwar oft knapp, doch übertraf sie stets den Lebensunterhalt und war folgerichtig.

Die Karotinoidkonzentration im Blutplasma der Stuten (Abb. 1) zeigt zwei langanhaltende Tiefpunkte, und zwar im Herbst und am Ende des Winters. Die Karotinversorgung ist im Frühherbst am schlechtesten, als im Serum kein Karotinoid gefunden wurde (September). Der sehr niedrige Karotinoidspiegel im Oktober und November wird durch die bessere Fütterung am Anfang des Winters erhöht, doch erhalten wir am Anfang des Frühlings neuerdings einen Tiefpunkt. Eine entsprechende Karotinversorgung bekamen die Stuten lediglich im Mai und Juni, worauf auch der Karotinoidspiegel hinweist.

In Nagyombos erhielten die Fohlen in der besten und schwächsten Winterhaltung folgende Futterrationen :

Im März : 1 kg mittelmässiges Luzernenheu,
 4 « ausgelaugtes, veraltetes Wiesenheu,
 0,5 « Luzernenmehl,
 2 « Hafer.

Im April : Futterstroh ad libitum,
 2 kg Luzernenmehl,
 2 « Hafer.

Die Gestaltung des Karotinoidspiegels der Fohlen (Abb. 2) weicht in grossem Masse von der der Fohlen ähnlichen Alters von Dióspusztá ab. Von Dezember bis Ende April zeigt sie einen Wintertiefpunkt, im Mai ist ein grosser Anstieg wahrzunehmen, der Höhepunkt von Juni beträgt jedoch das Doppelte von diesem Stand. Im Juli und August fällt die Serumkarotinoidkonzentration auf die Hälfte zurück. Im September sinkt sie auf das schwächste Winterniveau und erreicht im Laufe des Oktobers einen dem von Dióspusztá entsprechenden Durchschnitt.

Die Charakteristika der Kurve werden durch die zwei Tiefpunkte (im Winter und Frühherbst) und durch den im Verhältnis zu dem von Dióspusztá um 1 Monat verspäteten Höhepunkt dargestellt. Die Karotinversorgung ist also nicht nur im Winter, sondern auch im Herbst ungenügend. Der um einen Monat verspätete Höhepunkt ist die Folge der vernachlässigten Weide und des schlecht organisierten Weidegangs.

Die Fütterung in Gödöllő war durch Unorganisiertheit und Mangel der Futterbasis charakterisiert. Die beste und schlechteste Winterfutterration war :

Im Dezember :	3 kg mittelmässige Luzerne, Futterstroh ad libitum, 11 kg Runkelrüben.
Im April :	6 kg sehr schwaches, braun gewordenes Wiesenheu, Futterstroh ad libitum, 1 kg Hafer, 1 kg Kompaktfutter.

Laut Graphikon 1 war in Gödöllő der Karotinoidspiegel 8 Monate lang sehr niedrig; der tiefe Stand begann im September mit dem Wert »O« und dauerte ohne Unterbrechung bis Mai, also bis zum Anfang der Grünfütterung. Von da an wurde der Nährstoffbedarf zum grossen Teil durch Grünfutter gedeckt (hauptsächlich durch Herbstmischung und Luzerne). Dieser Umstand erklärt den sehr hohen Karotinoidspiegel im Mai. Nachher nimmt die Quantität des Karotinoids im Blut stufenweise ab. Die monatlich variierende Karotinoidkonzentration zeigt genau die unsystematische Fütterung.

Die ungenügende Gestaltung des Serumkarotinoidspiegels bedeutet immer eine ungenügende Karotinversorgung.

Aus der Gestaltung der Serumkarotinoidkonzentration kann mit Bestimmtheit festgestellt werden, dass die Karotinversorgung der Pferde und Fohlen im Winter nicht gewährleistet ist. Heutzutage muss sogar bei der besten Fütterung mit einem Karotinmangel zwischen Dezember und April gerechnet werden. In den Monaten Mai, Juni und Juli ist die Versorgung immer reichlich. Der Karotingehalt des »Grünfutters« im Herbst ist im August und September praktisch gleich Null. Selbst die Weide brennt in den meisten Fällen aus. Zu der Zeit wollen die Wirtschaften noch kein Winterheu anrühren, sie geben kein Silofutter und versuchen alles, um die Pferde von den Feldern mit Futter versehen zu können. Von den besten Tierzuchtbetrieben abgesehen, entbehren somit die Pferde bereits von August an einer Karotinquelle. Der unter diesen Umständen des Grünfutters lange Zeit entbehrende Organismus ist somit gezwungen, bereits vor Einbruch des Winters seinen Vitamin-A-Vorrat anzugreifen.

Der Karotinoidspiegel im Blutplasma der Fohlen verminderte sich zwar nicht bis »O«, war aber bereits im Herbst zur Gewährleistung des normalen Entwicklungsganges sehr niedrig. Dieser Mangel verstärkt sich im Laufe des Winters. Da wir keine weit ausgedehnte Weiden besitzen, ist für unsere Fohlenzucht charakteristisch, dass die Fohlen im Herbst auf der Weide bereits das Grünfutter weder in genügender Menge noch in entsprechender Qualität finden können. Ein das Weidengras ersetzendes gesätes Grünfutter oder zeitweilige künstliche Weiden wurden bisher noch nicht gesichert. Infolgedessen ist die ungenügende Grünfuttermversorgung im Herbst und somit die zurückgebliebene bzw. verminderte Entwicklung der Fohlen, oder, in einem besseren Fall, dass sie

nicht die Masse erreichen, die sie bei entsprechender Grünfuttermittelsversorgung unbedingt erlangen würden.

Die Gestaltung des Karotinoidspiegels der Fohlen, besonders aber der Stuten von Dióspusztá zeigt klar, dass das entsprechende Niveau (16–20 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$) das ganze Jahr hindurch aufrechtzuerhalten ist. Auf die übrigen Vorteile einer solchen (nicht einmal optimalen) Gestaltung des Spiegels werden wir später eingehen.

Die Veränderungen der Vitamin-A-Konzentration im Serum sind nicht so genau bekannt wie die des Karotinoids, obwohl literarische Angaben darauf hinweisen, dass der Vitamin-A-Gehalt des Serums mit dem Logarithmus der

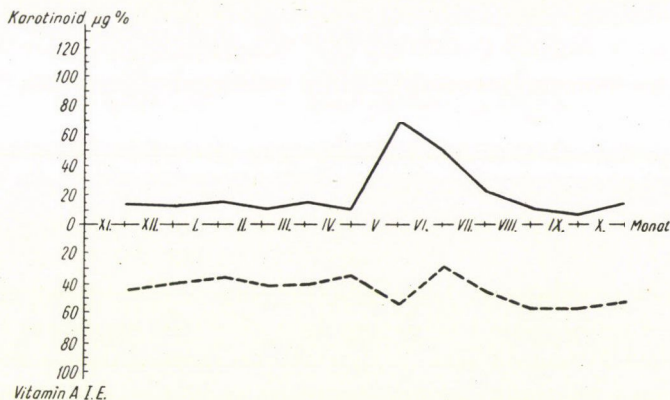


Abb. 3. Durchschnittlicher Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum der untersuchten Stuten

Grösse der Vitamin-A-Einfuhr und mit dem Logarithmus des Vitamin-A-Gehaltes der Leber im linearen Zusammenhang steht (*Almquist*). Bei ansteigendem und hohem Serumkarotinoidspiegel verringert sich das Vitamin A, im Falle eines sinkenden und niedrigen Karotinoidspiegels wächst der Vitamin-A-Gehalt im Blut (*Rudra*).

Abb. 3 stellt den Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum sämtlicher untersuchten Stuten dar. Von der waagrechten Achse nach oben zu wurde der Karotinoidgehalt, nach unten zu der Vitamin-A-Gehalt veranschaulicht. Wir fanden, dass sich der Vitamin-A-Spiegel der Pferde selbst infolge der plötzlichen Zunahme des Karotinoidgehaltes nicht verminderte, ja im Gegenteil noch anstieg (54,4 I. E.). Dieses Niveau nahm der permanenten (Mai, Juni) hohen Karotinversorgung zufolge ab (27,0 I. E.). Eine geringere Karotinabsorption ergibt hingegen einen permanenten Vitamin-A-Spiegel (45–55 I. E.). Diesen Stand hält das Pferd solange aufrecht, bis sein Vitamin-A-Vorrat im Laufe des Winters abzunehmen beginnt. Im letzten Fall fällt bereits der Vitamin-A-Spiegel im Serum unter 40 I. E.

n der Speicherung und Mobilmachung des Vitamins A sowie in der Gestaltung des Vitamin-A-Spiegels im Serum weisen die Pferde grosse individuelle Unterschiede auf.

Laut Abb. 4 variierte der Vitamin-A-Spiegel von Mirza, einer Stute von Gödöllő Központi Major, den ganzen Winter hindurch. Im März zeigte er bei

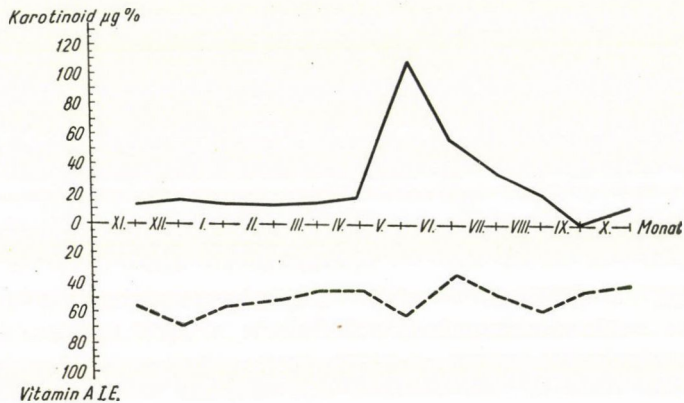


Abb. 4. Der Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum von Mirza, einer ungarischen Halblutstute von Gödöllő

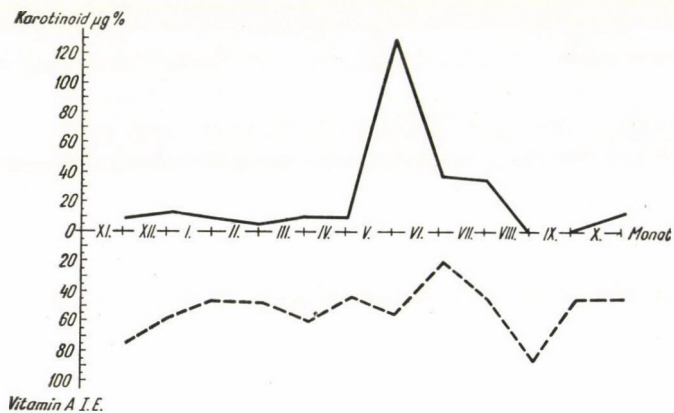


Abb. 5. Der Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum von Fecske, einer ungarischen Halblutstute von Gödöllő

niedrigem Karotinoidspiegel einen grossen Anstieg, doch im April verminderte er sich bereits bei ähnlichem Karotinoidwert. Die Gestaltung des Vitamin-A-Spiegels im August, September und Oktober zeigt sehr gut, dass bei dem plötzlich eintretenden Karotinmangel der Vitamin-A-Gehalt des Blutes schnell

ansteigt (im September : 83,9 I. E.). Dies dauert aber nur eine kurze Zeit, und, obwohl auch im nächsten Monat kein Karotinoid im Blut nachweisbar war, stabilisierte sich das Vitamin A trotzdem auf einem niedrigeren Niveau (45,8 I.E.).

Laut Abb. 5 war die Karotinversorgung von Fecske, einer Stute von Gödöllő—Szárítópuszta, die Monate Mai—August ausgenommen, schwach. Ihr Vitamin-A-Spiegel war das ganze Jahr hindurch hoch.

Laut Abb. 6 erhielt Csinos II, eine Stute von Nagygyombos, eine etwas schwächere Karotinversorgung als Fecske. Trotzdem war ihr Vitamin-A-Spiegel bedeutend niedriger und fiel am Ende des Winters auf 21 I. E. Es muss erwähnt werden, dass Fecske ein viel eifrigeres und die Arbeit besser vertragendes Pferd ist als Csinos II.

Abb. 7 stellt den Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum sämtlicher untersuchten Fohlen dar. Bei den Fohlen war der Vitamin-A-Gehalt des Blutes nicht so gross wie bei den Pferden. Der Vitamin-A-Spiegel stabilisierte sich bei schwächer als mittelmässiger Karotinversorgung auf 25—40 I. E. Vom Beginn des Weideganges an sinkt der Vitamin-A-Spiegel bei — wegen Aufnahme grosser Mengen Grünfutters — hohem Karotinspiegel sofort und befestigt sich später auf einem niedrigeren Niveau.

Abb. 8 stellt die Gestaltung des Serumkarotinoid- und Vitamin-A-Spiegels zweier identische Fütterung erhaltener Fohlen von Nagygyombos dar. Die Karotinabsorptionsfähigkeit von 1516 Böbe (oben) war viel besser als die des anderen Tieres. Bei ihm betrug der maximale Karotinoidgehalt 130,4 $\mu\text{g}\%$, beim anderen hingegen lediglich 45,9 $\mu\text{g}\%$. Zugleich war der Vitamin-A-Gehalt des Serums von 1517 Bagó (unten) durchschnittlich grösser, um den niedrigen Karotinoidspiegel wettzumachen.

Obwohl das Hauptziel unserer Forschungen war, den Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum von ungarischen Stuten und Fohlen zu bestimmen, machten wir während der Untersuchungen mehrere Beobachtungen, die eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung haben. Der erste Teil dieser Beobachtungen wurde nicht experimentell hervorgerufen, doch erweisen die erhaltenen Angaben gute Dienste, solange wir solche Fälle systematisch untersuchen können.

In Diópuszta wurden den Fohlen 6 ml Pekk A Forte am 19. November 1952 injiziert (3000 I. E. Vitamin A/ml). Die Untersuchung danach erfolgte am 1. Dezember. Laut Abb. 1 verminderte sich der Karotinoidgehalt des Blutes (obwohl sie Futter in gleicher Menge und Qualität erhielten wie im vorhergehenden Monat), der Vitamin-A-Gehalt fiel nur ein wenig. Ein ähnliches Phänomen nahmen F. Whiting und seine Mitarbeiter bei Schafen, Ziegen und Schweinen wahr, obschon dort der Vitamin-A-Spiegel wegen der hohen Vitamin-A-Dosis (1 Million I. E.) anstieg.

Die Stute Fecske war im Juli und August 1953 an Beugesehnenentzündung erkrankt. Sie konnte nicht eingespannt werden und ruhte im Stall. Die Krankheit verursachte keine Abnahme im Serumkarotinoid- und Vitamin-A-Spiegel

(Abb. 5), der Karotinoidspiegel stieg sogar — infolge der grösseren Menge des verzehrten Futters — im Verhältnis zu den übrigen Pferden des Stalles an.

Csinos II litt im Juli 1953 an Beschwerden der Verdauungsorgane. Ihre Futteraufnahme war geringer und so nahm auch ihre Karotinaufnahme ab (Abb. 6), ihre Vitamin-A-Umwandlung war jedoch ungestört: der Vitamin-A-Spiegel stieg langsam an. Zugleich gestaltete sich der Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel einer anderen Stute aus demselben Stall folgendermassen:

Name der Stute	Juni	Juli	August	
Csinos II.	57,4	1,0	15,7	Karotinoid $\mu\text{g}\%$
	15,6	21,0	36,6	Vitamin A I. E.
Vilma	57,4	36,5	21,9	Karotinoid $\mu\text{g}\%$
	20,9	46,6	52,1	Vitamin A I. E.

Ein Teil des Gestüts von Nagyombos — darunter auch 1517 Bagó — lief im September weg und kam nur nach 2 Tagen zurück. Das in die Unter-

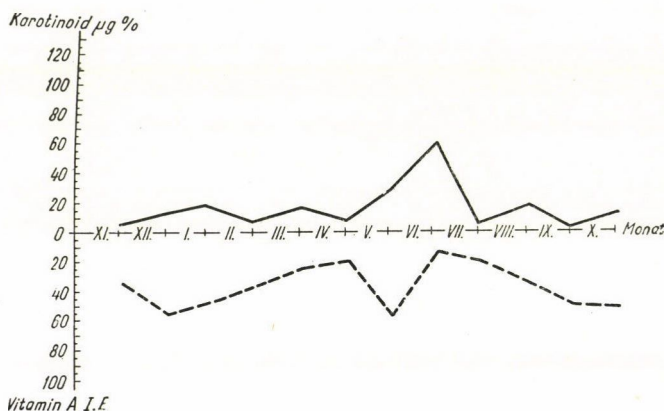


Abb. 6. Der Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum von Csinos II, einer ungarischen Halbblutstute von Nagyombos

suchung eingezogene Fohlen Bagó erkrankte mit Fieber, war zwei Wochen lang matt und ass nicht. Abb. 9 zeigt die Änderung im Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel seines Blutserums.

Die beobachtete Stute Fecske von Gödöllő abortierte am 16. November 1952 aus unbekannten Gründen. In dem einige Tage vor der Fehlgeburt entnommenen Blut fanden wir 12,5 μg Karotinoid und 56 I. E. Vitamin A.

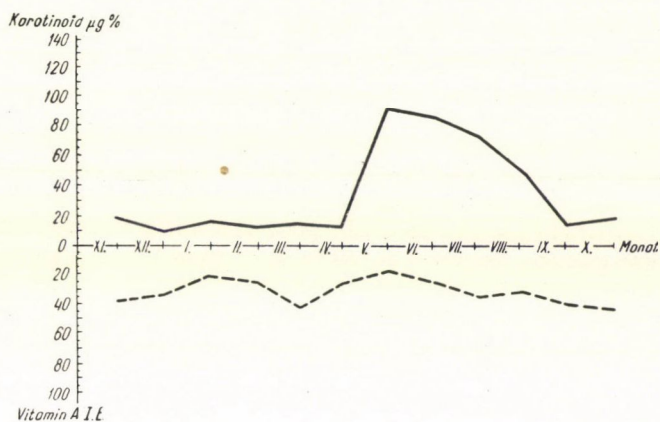


Abb. 7. Durchschnittlicher Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum der untersuchten Fohlen

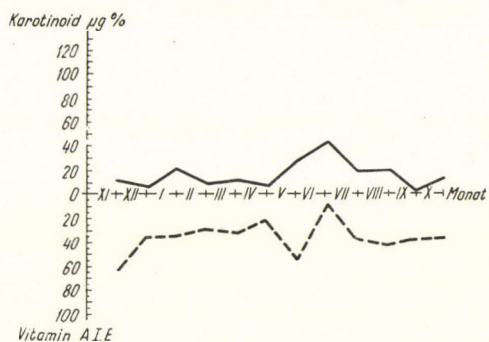
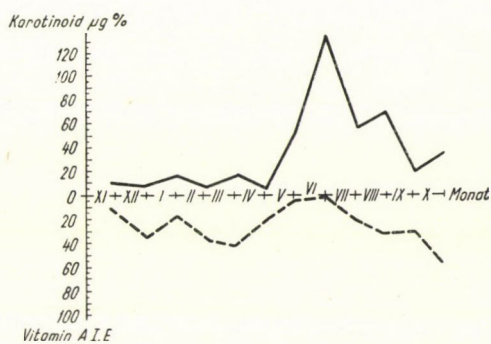


Abb. 8. Der Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegel im Serum von 1516 Böbe (oben) und 1517 Bagó (unten), von zwei ungarischen Halbblutfohlen von Nagyombos

Auch der erwähnte Fall bekräftigte unsere Annahme, dass wir uns ausser den Fütterungsverhältnissen mit der Frage des Karotinoidspiegels und des Abortierens befassen müssen.

In Gödöllő fanden Anfang Oktober 1953 mehrere Fehlgeburten statt. Im vorhergehenden Monat war der Karotinoidspiegel im Blut aller vier untersuchten Stuten »O«, der Vitamin-A-Gehalt variierte zwischen 38,8 und 63,7 I. E.

Der Serumkarotinoid- und Vitamin-A-Spiegel der vier mit den abortierenden Stuten auf eine übereinstimmende Futterration gehaltenen untersuchten Pferde gestaltete sich während drei Monate folgendermassen :

Name der Stute	August		September		Oktober	
	Karotinoid $\mu\text{g}\%$	Vitamin A I. E.	Karotinoid $\mu\text{g}\%$	Vitamin A I. E.	Karotinoid $\mu\text{g}\%$	Vitamin A I. E.
Csinos ...	14,6	48,2	0	38,9	7,3	38,9
Fecske ..	21,9	58,3	0	45,1	11,5	38,9
Ráró	11,5	52,8	0	63,8	11,5	56,8
Mirza ...	0	83,9	0	45,8	11,5	45,1

In Nagyombos fanden am Anfang Oktober 1953 Fehlgeburten statt. Der Karotinoidspiegel der untersuchten Stuten war im Monat vor dem Abort »O«. Der Vitamin-A-Gehalt des Blutes variierte zwischen 49,7 und 81,5 I. E.

Der Serumkarotinoid- und Vitamin-A-Spiegel der beiden mit den abortierenden Stuten auf einer übereinstimmenden Futterration gehaltenen untersuchten Pferde gestaltete sich während drei Monate folgendermassen :

Name der Stute	August		September		Oktober	
	Karotinoid $\mu\text{g}\%$	Vitamin A I. E.	Karotinoid $\mu\text{g}\%$	Vitamin A I. E.	Karotinoid $\mu\text{g}\%$	Vitamin A I. E.
Vilma ..	21,9	52,1	0	85,5	9,3	49,8
Csinos ...	15,6	36,5	0	49,7	10,4	51,3

In Sárpuszta fanden im Dezember 1952 und im Januar 1953 mehrere Fehlgeburten statt. Im Blut der beiden im Januar untersuchten abortierenden Stuten waren 4,1–5,2 $\mu\text{g}\%$ Karotinoid und 43,5 I. E. Vitamin A enthalten.

In Sárpuszta und Gödöllő abortierten die untersuchten Stuten. Anderswo verzehrten die abortierenden Stuten dieselbe Menge vom Futter gleicher Qualität wie die untersuchten Stuten.

In jedem untersuchten Fall war der Serumkarotinoidspiegel im Monat der Fehlgeburt sowie im vorhergehenden Monat unter 15 $\mu\text{g}\%$.

Der Vitamin-A-Spiegel im Serum zeigte weder einen besonderen Anstieg noch eine besondere Abnahme.

Die Untersuchungsergebnisse lassen darauf schliessen, dass die Aborte nichtinfektiöser Herkunft meistens in den Monaten eintreten, in welchen der Gesamtkarotingehalt der erhaltenen Futterration gering ist. In Ungarn (eben auf Grund dieser Untersuchungen) gibt es zwei solche Perioden: Herbst (September und Oktober) sowie Winterende und Frühlingsanfang (Februar, März und Anfang April).

Im weiteren sammelten wir darüber Angaben, zu welchem Zeitpunkt und bei was für einer Fütterung die massenhaften Aborte nichtinfektiöser Herkunft in den ungarischen Grossbetrieben eintreten.

In Dióspusztá fanden 1952 die massenhaften Fehlgeburten in Februar und März statt. Die Pferde erhielten englisches Raigrasheu, das vollkommen ausgelaugt und von schlechter Qualität war.

In Gödöllő kamen Aborte vor Beginn der Untersuchungen im August und September vor, als die Stuten ungefähr 6 kg schimmeliges, ausgelaugtes sehr schlechtes Heu und Futterstroh bekamen.

In Bábolna traten massenhafte Aborte im Januar—März 1952 sowie im Februar, August und Oktober 1953 auf. Am Anfang beider Jahre erhielten die Pferde Wiesenheu von sehr schwacher Qualität, dessen Ration im Jahre 1953 auch sehr gering war.

In der Staatlichen Wirtschaft von Kiskunság erfolgten im Oktober und November 1952 sowie im März und Oktober 1953 mehrere Fehlgeburten. Im Jahre 1952 erhielten die Tiere der schweren Dürre zufolge vom September an hauptsächlich nur Futterstroh und Pferdefutter. Im Oktober 1953 wurden den Stuten 6 kg gelblichbraunes ausgelaugtes Luzernenheu, 3 kg Pferdefutter, 4 kg Futterstroh und 8 kg Runkelrüben gegeben.

In Mezöhegyes traten Aborte massenhaft im Winter 1952 sowie im Januar und Februar 1953 auf, als die Tiere hauptsächlich nur Futterstroh und Pferdefutter bekamen.

Aus den Untersuchungsergebnissen und gesammelten Angaben folgt, dass eine langwährende karotinarme Fütterung Fehlgeburten herbeiführen kann. Auch in jenen Fällen kann ein Abort eintreten, in denen noch kein Anzeichen auf den Vitamin-A-Mangel hinweist, da der Vitamin-A-Spiegel des Blutserums den Mangel bis zum letzten Augenblick nicht verrät.

Obwohl wir den Vitamin-A-Gehalt der Leber mit unserer gegenwärtigen Methode noch nicht untersuchen können, sind der verminderte Karotingehalt des verzehrten Futters bzw. der Serumkarotinoidspiegel in der Frage der Fehlgeburten sehr aufschlussreich. Laut der Untersuchungen ist aber die schwächere Karotinversorgung für die Aborte in grossem Masse verantwortlich.

Aus der Fachliteratur ist bekannt, dass die Versorgung des Tierorganismus mit entsprechender Menge von Vitamin A nicht nur für die Austragung der

Frucht, sondern auch für die Befruchtung und Ansiedlung des Eies notwendig ist. Es gibt Autoren (*Eveleth, Bolin, Goldsay*), nach deren Ansicht auch auf karotinarmem Futter gehaltene Tiere befruchtet werden können, doch zur Austragung der Frucht sowie Erzeugung von Milch in entsprechender Menge und Qualität schreiben sie bereits ebenfalls einen Karotinzusatz vor.

Im Zusammenhang mit der Untersuchung des Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegels in Dióspusztá und Gödöllő prüften wir die Zeit der Befruchtung der Stuten.

Die Befruchtungsmöglichkeit der Stuten war: in Dióspusztá wurden unter identischen Fütterungsbedingungen 56 Stuten untersucht. Davon waren 36 befruchtet, 20 güst geblieben. Befruchtungsprozentsatz: 64. Die Versorgung mit Hengsten war die bestmögliche (auf einen Hengst fielen 20 Stuten). Das fachmässige Ausprobieren und die Deckung waren gesichert. Die Stuten befanden sich im Gestüt, ihr Kräftezustand war gut.

In Gödöllő wurden unter identischen Fütterungsbedingungen 37 Stuten untersucht. Davon waren 28 befruchtet, 9 güst geblieben. Befruchtungsprozentsatz: 75. Die Versorgung mit Hengsten war gut (auf einen Hengst fielen 30—40 Stuten). Das fachgemässe Ausprobieren und die Deckung wurden vom Lehrstuhl für Tierzucht der Agrarwissenschaftlichen Universität geleitet. Der Kräftezustand der arbeitenden Stuten besserte sich nach der schwachen Winterhaltung und war später gut.

Von den verschiedenen, im Zusammenhang mit der Deckung und Befruchtung bearbeiteten Angaben (Zahl der monatlichen Befruchtungen, auf den wievielten Sprung wurden die Stuten befruchtet usw.) halten wir bezüglich des Befruchtungstempos diejenige für am charakteristischsten, die besagt, wieviel Prozent der monatlich gedeckten Stuten befruchtet oder güst geblieben war.

Von den gedeckten Stuten in Dióspusztá waren

Monat	II	III	IV	V	VI
	%				
Güst geblieben	80	72	62	58	57
Befruchtet	20	28	38	42	43

Von den gedeckten Stuten in Gödöllő waren

Monat	II	III	IV	V	VI
	%				
Güst geblieben	—	88	79	65	39
Befruchtet	—	12	21	35	61

Von den die Befruchtungsaussichten der Stuten beeinflussenden Ursachen versuchten wir, diejenigen zu beseitigen, die zwischen den beiden Gestüten einen Unterschied verursachen konnten. Die verbleibenden Unterschiede waren :

In Dióspusztá befanden sich die Stuten in einem ruhenden Gestüt, in Gödöllő arbeiteten sie. Den Erfahrungen gemäss konnte diese Tatsache zum Nachteil der letzteren keinen tiefgreifenden Unterschied verursachen.

In Dióspusztá war der Kräftezustand gut, in Gödöllő besserte er sich beim schlechter als mittelmässigen angefangen. Diese Tatsache begünstigt unbedingt den ersteren, doch gibt es literarische Angaben, wonach auch der letztere nicht ungünstig ist (der sich bessernde Kräftezustand fördert die Befruchtung).

Die abweichende Art (Vollblut, ungarisches Pferd) kann keinen in Frage kommenden Unterschied verursachen.

Wenn wir den Prozentsatz der monatlich befruchteten Stuten und die Gestaltung des Serumkarotinoidspiegels graphisch darstellen, erhalten wir ein überraschendes Ergebnis.

Auf die Wirkung der relativ gleichmässigen Karotinversorgung von entsprechender Quantität in Dióspusztá, die infolge des Grünfutters im Mai mässig ansteigt, setzt der Befruchtungsprozentsatz verhältnismässig hoch an, zeigt eine langsame Zunahme und stabilisiert sich auf einem gewissen Niveau.

Nach der sehr schlechten Winterversorgung mit Karotin in Gödöllő stieg der Karotinoidspiegel im Mai plötzlich und hoch an. Völlig im Einklang damit setzt der Befruchtungsprozentsatz niedrig an, nimmt erst langsam, dann auf Wirkung des Grünfutters ständig und stark zu.

Es kann zweifellos festgestellt werden, dass der Karotinoidspiegel bzw. die Rolle der Karotinversorgung mit der Befruchtung der Stuten im Zusammenhang steht.

Der entsprechende (über 20 μg liegende) Karotinoidspiegel gewährleistet bereits von Februar an eine 20–28%ige Befruchtung. Zwischen dem ersten und letzten Monat der Deckungsperiode besteht ein 115%iger Unterschied in der Befruchtung.

Der niedrige (unter 20 μg liegende) Karotinoidspiegel verursacht noch im März eine sehr niedrige (12%) Befruchtung. Zwischen dem ersten und letzten Monat der Deckungsperiode besteht ein 408%iger Unterschied in der Befruchtung. Dieser Unterschied stieg in Gödöllő—Szárítópusztá, wo die Karotinversorgung am schlechtesten war, noch mehr an, d. h. die Stuten wurden noch langsamer und später befruchtet. Obwohl wir bei den 21 sich ständig im Meierhof aufhaltenden Stuten eine 86%ige Befruchtung erreichten, erhielten wir monatlich die folgende Aufteilung in bezug auf die Befruchtung :

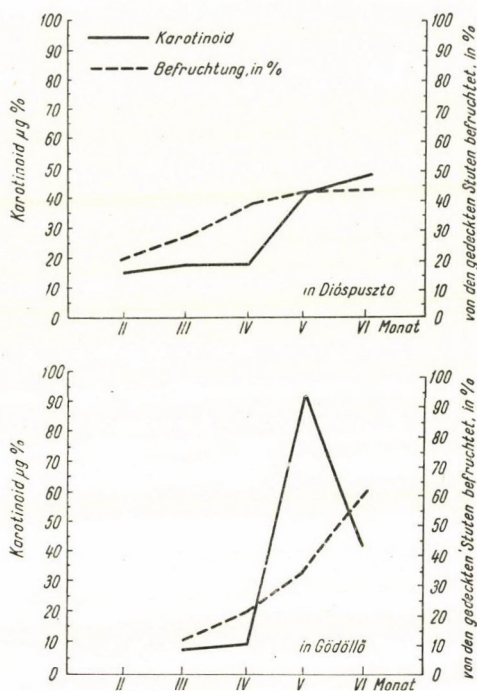


Abb. 9. Der Serumkarotinoidspiegel und die Gestaltung der Befruchtung

Monat	II	III	IV	V	VI
	%				
Güst geblieben	—	93	87	65	25
Befruchtet	—	7	13	35	75

Schlussfolgerungen

Vom Frühlingsende und Frühsommer abgesehen, ist die Fütterung der ungarischen Pferde nicht natürlich. Bei der gegenwärtigen Fütterungsmethode muss im Frühherbst und am Winterende mit Karotinmangel gerechnet werden. Obschon die Karotinversorgung der Fohlen entsprechender ist als die der Stuten, ist die Karotinoidkonzentration selbst bei diesen niedrig.

Die Stuten wurden wegen der unrichtigen karotinarmen Fütterung schlechter und nur nach langer Zeit befruchtet. In den Herbstmonaten und Ende des Winters tritt die Möglichkeit eines massenhaften Abortierens ein.

Die Fütterung der ungarischen Pferde muss im Herbst karotinreicher gestaltet werden, entweder durch den Anbau von Herbstgrünfutter oder durch Gewährleistung von Silofutter guter Qualität ; und den ganzen Winter hindurch

müssen die Pferde grün getrocknetes Heu von guter Qualität, zum Teil Luzernenheu erhalten. Ende des Winters sollen die Tiere auch gelbe Rüben bekommen.

Lediglich bei Einführung und folgerichtiger Aufrechterhaltung dieser Fütterungsvorschriften kann der Befruchtungsprozentsatz der Stuten erfolgreich gehoben werden.

Die Karotinversorgung der Fohlen das ganze Jahr hindurch muss selbst bei den besten Gestüten besser organisiert werden. Vom Frühling bis zum Spätherbst soll Grünfutter (Weide, geschnittenes Grünfutter, künstliche Weide) gegeben werden. Ist dies nicht mehr möglich, so müssen die Tiere grün getrocknetes Heu (Wiesenheu mit Luzernenheu vermischt) und Silofutter oder gelbe Rüben erhalten.

Falls dies nicht gewährleistet wird, wird die Vitamin-A-Versorgung der Fohlen nur zeitweilig entsprechend sein. Sie bleiben in ihrer Entwicklung zurück, oder erreichen zumindest nicht die Masse, die sie bei entsprechender Fütterung unbedingt erlangen könnten.

Zusammenfassung

Die Gestaltung des Karotinoid- und Vitamin-A-Spiegels im Blutserum von Stuten und Fohlen wurde nach dem modifizierten *Kimble*schen Verfahren in drei Tierzuchtbetrieben mit verschiedener Fütterung untersucht.

Dióspusztá vertrat die guten Fütterungs- und Haltungsverhältnisse. Der Serumkarotinoidspiegel der Stuten war in den Wintermonaten niedrig (Extremwerte 10–20 $\mu\text{g}\%$), stieg infolge der Grünweide stärker an (Extremwerte 35–54 $\mu\text{g}\%$) und zeigte später ein annähernd stabiles Niveau (16–37 $\mu\text{g}\%$).

In *Nagygyombos* entsprach die Fütterung der Stuten dem Landesdurchschnitt. Der Serumkarotinoidspiegel der Stuten war in den Wintermonaten sehr niedrig (5,7–20 $\mu\text{g}\%$), dem abgeschnittenen Grünfutter zufolge konnten wir aber einen grösseren Anstieg beobachten als bei den Stuten von *Dióspusztá* (57,4–63,6 $\mu\text{g}\%$). Den Sommer hindurch senkt sich der Spiegel stufenweise, und im September kann im Blut der Pferde kein Karotinoid mehr nachgewiesen werden.

Gödöllő vertrat die inkonsequente, über keine Futterbasis verfügende Fütterung. Der Serumkarotinoidspiegel der Stuten ist in den Wintermonaten stets niedrig (3,1–12,5 $\mu\text{g}\%$). Infolge der Fütterung von Grünfutter in grossen Mengen wird sehr viel Karotinoid absorbiert (37–129 $\mu\text{g}\%$). In den Sommermonaten senkt sich der Spiegel stufenweise und im September kann im Blut kein Karotinoid mehr nachgewiesen werden.

Der Serumkarotinoidspiegel der Fohlen weicht von dem der Stuten insofern ab, als er im allgemeinen gleichmässiger und höher ist und beim Beginn des Weidegangs viel höhere Werte aufweist (45,9–166,9 $\mu\text{g}\%$).

Die Gestaltung des Serumkarotinoidspiegels gibt die Veränderungen im Karotingehalt des verzehrten Futters wieder.

Zwischen der Gestaltung des Serumkarotinoid- und Vitamin-A-Spiegels besteht ein Zusammenhang. Bei hohem Karotinoidspiegel ist die Vitamin-A-Konzentration niedrig und umgekehrt. Erhält das Tier viel Karotin, so macht er seinen Vitamin-A-Vorrat nicht mobil. Im umgekehrten Fall hingegen greift es seinen Vitamin-A-Vorrat an.

Die durchschnittlichen Extremwerte des Vitamin-A-Spiegels der Fohlen (18,4–43 I. E. %) sind niedriger als die der Stuten (27–55,4 I. E. %).

Der Grund dafür liegt entweder im grösseren Vitamin-A-Verbrauch des Organismus oder in dem bei den Fohlen wahrnehmbaren höheren Karotinoidspiegel.

Bei dem sich Ende des Winters infolge der an Karotin mangelnden Fütterung vermin- dernden Karotinoidspiegel ist auch eine Senkung des Vitamin-A-Spiegels zu beobachten.

Wegen der Krankheiten der Verdauungsorgane zeigt der Serumkarotinoidspiegel eine grosse Abnahme. Bei einer auf den Appetit nicht wirkende Erkrankung konnte das nicht beob-

achtet werden. Die Vitamin-A-Konzentration wies in keinem einzigen Fall eine wesentliche Veränderung auf.

Der massenhafte Abort nichtinfektiöser Herkunft der Stuten erfolgte in den untersuchten Fällen unter einem Karotinoidspiegel von 15 $\mu\text{g}\%$. Demnach traten sämtliche massenhaften Fehlgeburten der letzteren Zeit bei ungenügender Karotinversorgung ein.

Zwischen den Befruchtungsverhältnissen der Stuten und dem Serumkarotinoidspiegel bzw. dem Karotiningehalt des verzehrten Futters wurde ein enger Zusammenhang gefunden. In dem Gestüt oder Zuchtbetrieb, in dem auch den Winter hindurch ein Karotinoidspiegel von zumindest 15–20 $\mu\text{g}\%$ gewährleistet werden konnte, wurden die Stuten von Februar an mit grösserer Wahrscheinlichkeit befruchtet als dort, wo sich die Konzentration unter 10 $\mu\text{g}\%$ senkte. Im letzten Fall erfolgten schnelle und zahlreiche Befruchtungen lediglich nach Beginn der Grünfütterung. Dies ist aber ausser sonstigen Nachteilen auch vom Standpunkt der Ausnützung der Hengste nicht wünschenswert, da nämlich deshalb oft viele Stuten güst bleiben.

LITERATUR

1. *Almquist, H. J.* : Archiv. Biochem. and Biophys. **39**/1 (1952) 243–244.
2. *Барабанчиков, Н.—Фролова, Н.* : Коневодство **4** (1953).
3. *Csukás Z.* : Állatorvostudományi Közlemények **1** (1948) 15.
4. *Csukás Z.* : Állatorvosok Lapja **4** (1949) 210.
5. *Davies, A. V.* : Biochem. Journ. **27** (1933) 1770.
6. *Eden, E.—Sellers, K. C.* : Biochem. Journ. **44** (1949) 264.
7. *Edwards, J. T.* : J. R. Army Vet. Cps. **9**/3 (1937–38) 60.
8. *Eveleth, D. F.—Bolin, D. V.—Goldslly, A. I.* : Amer. Journ. of Vet. Res. **10** (1949) 250.
9. *Ganguly, J.—Krinsky, N. I.—Mehl, J. W.—Deuel Jr., H. J.* : Arch. Biochem. and Biophys. **38** (1952) 275.
10. *Gillam, A. E.* : Biochem. Journ. **32** (1938) 1496.
11. *Goodwin, T. W.—Gregory, R. A.* : Biochem. Journ. **43** (1948) 505–512.
12. *Guilbert, H. R.—Hovell, C. F.—Hart, G. H.* : J. Nutrit. **19** (1940) 91.
13. *Hart, G. H.—Goss, G. H.—Guilbert, H. R.* : Amer. Journ. of Vet. Res. **4** (1943) 162.
14. *Hartwig, W.* : Tierzucht **10** (1952) 553.
15. *Jensen, H. B.—With, T. K.* : Biochem. Journ. **33** (1939) 1771.
16. *Johnes, J. R.—Schmantz, I. O.—Haag, I. R.* : J. Dairy Sci. **29** (1946) 522.
17. *Karrer, P.* u. Mitarb. : Karotinoide. Basel 1948.
18. *Kimble, M. S.* : Madison Ph. D. J. Lab. Clin. Med. **24** (1939) 1055.
19. *Кондырев, В. Е.—Батына, М. А.* : Труды ин-та кормл. животных. Москва 1950, I, 90.
20. *Lamming, G. E.—Salisbury, G. W.* : Animal Nutrition and Fertility. The VIth Intern. Congr. of Animal Husb. (1953) 101.
21. *Márkus, J.* : Állatteny. Kutatóint. Évkönyve, 1950, 107.
22. *Márkus J.—Gaál M.* : Magyar Állatorvosok Lapja **11** (1952).
23. *Messerschmidt, H.* : Züchtungskunde. Stuttgart 1953, 286.
24. *Moore, T.* : Biochem. Journ. **31** (1937) 155.
25. *Moore, L. A.* : Journ. Dairy Sci. **22** (1939) 513–519.
26. *Olsson, N.* : Archiv f. Gef. (1953) 242.
27. *Pohlheim, P.—Dietrich, H.* : Futter und Fütterung **28** (1933) 215.
28. *Ramsay, V. M. N.* : Biochem. Journ. **38** (1945) 32.
29. *Ross, R. H.—Knott, C. B.* : Journ. Dairy Sci. **31** (1948) 1062.
30. *Rudra, M. N.* : Biochem. Journ. **40** (1946) 500.
31. *Sréter, F.* : Acta Vet. Hung. **III**/4 (1953) 379.
32. *Sutton, T. S.—Soldner, P. A.* : Journ. Dairy Sci. **28** (1945) 859.
33. *Сапунюв, В. А.* : Коневодство **4** (1953).
34. *Синицын, А. М.* : Зоотехника **7** (1939) 71, Москва.
35. *Thompson, S. Y.—Braude, R. L.—Cowie, A. T.—Ganguly, J.—Kon, S. K.* : Biochem. Journ. **44** (1949).
36. *Virtanen, A. I.* : Biochemische Zeitschrift **258**/1–4 (1933) 251–258.
37. *Westermarck, H.* : Acta Agralia Fennica (1952).
38. *Журавлев, Е. М.* : Труды ин-та кормл. животных. Москва 1950, I, 80.

ПЕРИОДИЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КОНЦЕНТРАЦИИ КАРОТИНОИДОВ И ВИТАМИНА А В СЫВОРОТКЕ ЛОШАДЕЙ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭТИХ ИЗМЕНЕНИЙ

И. ОЧАГ и Ф. ШРЕТЕР

Резюме

Авторы исследовали в трех хозяйствах с различным кормовым рационом изменения уровня каротиноидов и витамина а в сыворотке крови лошадей и жеребят, согласно модифицированному методу Кимбле.

В Диошпуста имеются хорошие условия для кормления и содержания лошадей. Уровень каротиноидов в сыворотке крови кобыл был в зимних месяцах низким (крайние величины 10–20 $\mu\text{g}\%$); под действием зеленой пастбищи показалось значительное повышение (крайние величины 35–54 $\mu\text{g}\%$), а затем проявлялся приблизительно постоянный уровень 16–37 $\mu\text{g}\%$.

В Надьгомбош кормление кобыл соответствовало государственному среднему. Уровень каротиноидов в сыворотке крови был в зимних месяцах весьма низким (5,7–20 $\mu\text{g}\%$), под действием скошенного зеленого корма наблюдалось большее повышение, чем в случае кобыл хозяйства в Диошпуста (57,4–63,6 $\mu\text{g}\%$). В течение лета уровень постепенно снижался и в сентябре в крови лошадей уже нельзя было выявить каротиноидов.

Гёдёллэ представляет собой хозяйство, в распоряжении которого не имеется кормовой базы и поэтому там наблюдалось непоследовательное кормление. Уровень каротиноидов в сыворотке крови кобыл был в зимних месяцах постоянно низким (3,1–12,5 $\mu\text{g}\%$). Вследствие массовой подачи зеленых кормов всасывались очень много каротиноидов (37–129 $\mu\text{g}\%$). В летних месяцах уровень постепенно снижался и в сентябре в крови уже нельзя выявить каротиноидов.

Уровень каротиноидов в сыворотке крови жеребят отличался от уровня кобыл в том, что он был у них в общем более равномерным и высоким, а также и в том, что сначала пастбы он показал гораздо более высокие значения (45,9–166,9 $\mu\text{g}\%$).

Оформление уровня каротиноидов в сыворотке соответствует изменениями содержания каротина в корме.

Между оформлением уровня каротиноидов в сыворотке и оформлением уровня витамина А наблюдалась взаимная связь. При высоком уровне каротиноидов концентрация витамина А низкая и наоборот, то есть если животное получает много каротина, то оно не мобилизует своего запаса витамина А, но в противоположном случае оно пользуется этим запасом.

Уровень витамина А жеребят находился на крайней величине среднего (18,4–43 ед. %), он был более низким, чем у кобыл (27–55 ед. %).

Причиной этому могло быть большое использование витамина А организмом, или наблюдаемый у жеребят более высокий уровень каротиноидов.

Вследствие недостатка каротина в кормлении к концу зимы наблюдалось при уменьшении уровня каротиноидов также и снижение уровня витамина А.

Вследствие заболеваний пищеварительных органов уровень каротиноидов сыворотки показывает значительное снижение, что не наблюдается в случае болезни, не воздействующей на аппетит. Концентрация витамина А ни в одном случае не проявляла значительного изменения.

Массовые, но незаразные аборт кобыл происходили в исследованных случаях также при уровне каротиноидов ниже 15 $\mu\text{g}\%$. Следовательно, аборт массового характера последнего времени произошли также вследствие недостаточного содержания каротина в корме.

Авторы нашли тесную связь между оплодотворением кобыл и уровнем каротиноидов сыворотки, или же содержанием каротина в корме. В тех табунах или на тех конных заводах, где в течение зимы возможно было обеспечивать уровень каротиноидов по меньшей мере в 15–20 $\mu\text{g}\%$, там кобылы начиная с февраля оплодотворялись с большей вероятностью, чем на местах, где концентрация доходила ниже 10 $\mu\text{g}\%$. В последнем случае быстрое оплодотворение в большом количестве произошло лишь после начала кормления зеленым кормом. Наряду с другими недостатками, это нежелательно, также и с точки зрения использования жеребцов, так как именно поэтому кобылы в большом числе остались прохолостевшими.

PERIODIC CHANGES IN THE CAROTENOID AND A-VITAMIN CONCENTRATION OF EQUINE SERUM AND THEIR ECONOMIC SIGNIFICANCE

I. ÓCSAG and F. SRÉTER

Summary

On three farms, each of a different foraging regime, changes in the carotenoid and A-vitamin levels of the blood sera in horses and foals have been studied according to Kimble's modified method.

The farm at *Dióspusztá* represented the satisfactory conditions of foraging and maintenance. In the blood sera of mares the carotenoid level was found to be very low in the winter months (the extreme values varying between 10 and 20 $\mu\text{g}\%$), to show a significant increase upon the effect of pasturing (extreme value 35–54 $\mu\text{g}\%$), and then to remain on an approximately constant level (16–37 $\mu\text{g}\%$).

On the farm at *Nagygombos* foraging corresponded to the average over the whole country. The carotenoid level in the blood serum of mares was very low in the winter months (5.7–20 $\mu\text{g}\%$), but showed a greater increase upon the effect of mown green forage than in the mares at *Dióspusztá*. During summer the level dropped gradually, and as early as in September there was no longer any carotenoid demonstrable in the blood of the horses.

The farm at *Gödöllő*, lacking a forage base, represented inconsistent foraging. In the winter months the carotenoid level of the mares' blood sera was constantly very low (3.1–12.5 $\mu\text{g}\%$). Due to feeding of green fodder in great masses, very much carotenoid was absorbed (37–129 $\mu\text{g}\%$). In the summer months the level dropped gradually, and in September carotenoid was no longer traceable in the blood.

The carotenoid level in the blood sera of foals differed from that of the mares in that it generally displayed more regular and higher values particularly at the beginning of pasturing (45.9–166.9 $\mu\text{g}\%$).

Changes in the carotenoid level of the sera followed the changes in the carotene content of the fodder consumed.

A relation is observed to exist between the changes in the carotenoid level and those in the A-vitamin level of the sera. At high carotenoid level, A-vitamin concentration is low and conversely. On obtaining much carotene the animal's A-vitamin reserve will not be mobilised; on the other hand, it will be utilised if the carotene supply is insufficient.

The A-vitamin level was lower in foals (18.4–43 I. U. %) than in mares (27–55.4 I. U. %).

The explanation for this may be that the organism consumed more A-vitamin or that the carotenoid level was higher in foals.

Owing to carotene deficiency in the fodder, at the end of the winter a decrease in the A-vitamin level was to be observed even at a decreasing carotenoid level.

Diseases of the digestive organs were found to cause considerable drops in the carotenoid level of the sera. In case of diseases not affecting the appetite, such drops could not be experienced. In neither case did A-vitamin concentration show any significant changes.

In the examined cases of the large number of non-infectious abortions, abortion was found to have occurred at carotenoid levels below 15 $\mu\text{g}\%$. From this it would appear that many recent abortions were connected with an insufficiency in the carotene supply.

A close correlation was found to exist between the ratio of fertility in mares and the carotenoid level in the sera, respectively the carotene content of the fodder consumed. In studs and stock-farms, where at least a 15 to 20 $\mu\text{g}\%$ carotenoid level could be secured during the winter, there was a greater likelihood for mares to conceive from February onward. In places where the concentration declined to below 10 $\mu\text{g}\%$ the rate of fertilization was found not to increase rapidly until pasturing had begun. Apart from other disadvantages, this is undesirable from the point of view of stud utilisation, for it causes many mares to remain empty.

METEOROLOGISCHER KONGRESS

Budapest. 4.—8. Oktober 1954.

METHODEN UND ERGEBNISSE DER LANGFRISTIGEN WETTERVORHERSAGE IN UNGARN

Von
Z. BERKES

KANDIDAT DER GEOGRAPHISCHEN WISSENSCHAFTEN
UNGARISCHES METEOROLOGISCHES INSTITUT, BUDAPEST

Die Meteorologie befasst sich bereits seit Anfang dieses Jahrhunderts mit der Frage der Wettervorhersage für längere Zeiträume. In Ungarn wird unter dem Ausdruck »langfristige Wettervorhersage« (ungar. *távidőjelzés*) jede Witterungsvorhersage verstanden, die für eine längere Zeitdauer als 3 Tage gültig ist. Dabei können mittelfristige (ungefähr für eine Woche geltende) und eigentliche langfristige Prognosen (für einen halben Monat, für einen ganzen Monat, für eine Jahreszeit) unterschieden werden. Die Aufgabe ist hier eine zweifache : 1. Es sind die Mittelwerte bzw. Anomalien der Witterungselemente für die fragliche Zeitspanne festzustellen (von besonderer Bedeutung für die Landwirtschaft). 2. Es ist der Gang des Witterungsgeschehens, das sind die Kälte- und Wärmewellen bzw. Niederschlags- und Trockenperioden zu bestimmen. Die Lösung dieser Aufgaben erfolgt heute noch mit verschiedenen Methoden. Bei der 1. Aufgabe werden zum überwiegenden Teil noch die älteren, die sog. statistischen Methoden (Analogien, Perioden, Korrelationen) angewandt, während die 2. Aufgabe ausschliesslich durch synoptische Methoden gelöst werden kann. Allerdings spielen auch hier die Analogien und Witterungsrhythmen eine bedeutende Rolle.

Unter den statistischen Methoden zeitigte die Korrelationsmethode die grössten Erfolge. *Walker* versuchte bereits am Anfang des laufenden Jahrhunderts, das Eintreten oder Ausbleiben der indischen Monsunregen auf Grund solcher Methoden vorherzusagen. In Deutschland arbeitete *Baur* ein Korrelationsverfahren zur Prognose der Wintertemperaturen aus. *Groissmayr* kam zu dem Ergebnis, dass die Wintertemperatur Ungarns auf Grund des Luftdruckes über Indien (Bombay) im November vorausgesagt werden könne.

Die fortschrittliche synoptische Methode der langfristigen Vorhersage wurde von *Multanowski* und seiner Schule [1] begründet. Das Wesen seiner Methode beruht auf den Rhythmen der polaren Antizyklonenausbrüche bzw. auf der Abgrenzung der natürlichen synoptischen Perioden und auf der Bestimmung ihrer Aufeinanderfolge. *Multanowski* wies schon im Jahre 1915 auf den Wechsel der zonalen und meridionalen Typen der allgemeinen Zirkulation hin, ohne dies jedoch damals in Worte fassen zu können. Das in den Vereinigten

Staaten von Amerika von *Namias* entwickelte Zirkulationsverfahren strebt gleichfalls eine Trennung der erwähnten beiden Arten der allgemeinen Zirkulation an, gibt jedoch die sog. Zirkulationsindizes zwischen den einzelnen Breitengraden nur im Durchschnittswert an. *Namias* bestimmt die Umwandlung der Schwingungen der allgemeinen Zirkulation mit grosser und kleiner Amplitude ineinander auf Grund der Höhentopographien, was ihm eine langfristige Wettervorhersage ermöglicht. Die Störung der zonalen Zirkulation infolge der blockierenden Antizyklonen nennt er *blocking*. Der Beginn dieses Vorganges gleicht völlig der von der *Multanowskischen* Schule als »ausgangspunktartiger polarer Ausbruch« bezeichneten Erscheinung.

Die geschilderten makrosynoptischen oder Grosswettermethoden eignen sich bereits in ihrem gegenwärtigen Zustande, die Änderungen der Witterung

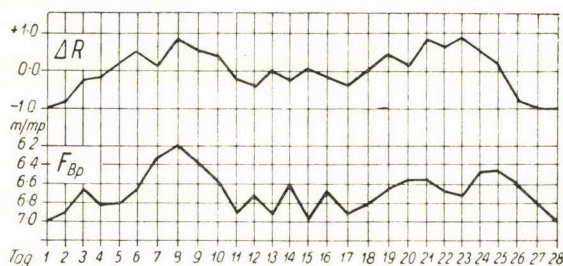


Abb. 1. Die Änderungen der Windstärke in Budapest und der Sonnenflecktentätigkeit innerhalb der 27tägigen (Sonnenrotations-) Periode (1930—1934)

in grossen Zügen für ein bestimmtes Gebiet für einige Wochen im voraus anzugeben. Dagegen entsprechen sie, wie sie sind, noch nicht zur Vorhersage der Anomalien der Witterungselemente (Temperatur, Niederschlag usw.). Ausserdem können sie auch ein weit ausgedehntes (womöglich die ganze nördliche Halbkugel umfassendes) Beobachtungsnetz und eine umfangreiche Kartierungs- und Rechenarbeit benötigen. Es ist deshalb verständlich, dass kleinere Staaten diese Methoden schwerer übernehmen und anstatt dessen versuchen, eher statistische Methoden zu entwickeln, die auf der Beziehung der Witterungsangaben des betreffenden Gebietes mit anderen geophysikalischen Faktoren, eventuell mit kosmischen Einflüssen beruhen. Hier kann die Berücksichtigung der Temperatur der Ozeane (Golfstrom) bzw. ihres Eiszustandes sowie die Heranziehung der verschiedenen Rhythmen der Sonnenflecktentätigkeit (11 Jahre, 27 Tage usw.) eine Rolle spielen.

Auch in Ungarn schlugen die Forschungen, die eine solide Grundlage für die langfristigen Vorhersagen schaffen wollten, die zuletzt genannte Richtung ein. Vor 15 Jahren ist es denn auch gelungen, eine Beziehung zwischen der 27-tägigen Quasiperiode der Sonnenflecken und den Änderungen der Windstärke in Budapest nachzuweisen [2]. Der Erhöhung der Anzahl der Sonnenflecken

folgt nämlich mit einer ungefähr einwöchigen Verspätung eine Abnahme der Windstärke, d. h. die Witterung schlägt um und wird antizyklonal. Etwa eine Woche nach der Abnahme der Sonnenfleckentätigkeit tritt eine Erhöhung der Windstärke infolge der Frontdurchgänge einer zyklonalen Witterung auf (Abb. 1). Die Ursache für diese Erscheinung besteht — wie darauf *Aufsees* bereits im Jahre 1925 hingewiesen hatte — im Vordringen der Azorenlufthasse nach ENE. Der Nachweis für diese Erscheinung war auf Grund der Grosswetterforschung gelungen. Zur Zeit der etwa eine Woche andauernden zunehmenden Tendenz der Sonnentätigkeit kann über dem Atlantischen Ozean eine starke Luftdruckabnahme, d. h. eine Verstärkung der isländischen Zyklontätigkeit beobachtet werden. In der darauffolgenden Periode der abnehmenden Sonnenfleckenahl lässt sich hingegen ein kräftiger Druckanstieg, das erwähnte Vordringen des Azorenmaximums und dann seine Beziehung mit der arktischen Antizyklone (*blocking*) feststellen (Abb. 2a und 2b). Diese Druckänderungen werden im Inneren des Festlandes — infolge der Wirkung des sich verstärkenden Westwindes — von entsprechenden Änderungen der Temperatur begleitet. Diese kommen allerdings im Winter und im Sommer in gegensätzlichem Sinne zur Geltung.

Die geographische Lage Ungarns verursacht indessen bei der Anwendung dieser Regel besondere Schwierigkeiten. Das Karpatenbecken liegt nämlich einerseits an der Grenze dreier Klimazonen (der atlantischen, der kontinentalen und der mediterranen) und ist andererseits ein von einer hohen Gebirgskette umschlossenes Gebiet, das ein zur Trägheit neigendes Beckenklima aufweist. Deswegen verlängert sich hier im Winter die Aufenthaltsdauer der kalten Luftmassen und im Sommer die der mit Dürre einhergehenden Trockenperioden. In zahlreichen Fällen kommt es z. B. im Winter vor, dass die Kälte in nördlich von Ungarn gelegenen Gebieten bereits merklich nachlässt, während die warmen maritimen Luftmassen sozusagen wirkungslos über das mit Kaltluft angefüllte Karpatenbecken hinwegziehen. Zur Veranschaulichung der ausserordentlich grossen Schwankungen, die sich in der Witterung des Karpatenbeckens beobachten lassen, sei hier Abb. 3 vorgeführt, in der auf Grund der durchschnittlichen Schwankungen zwischen den Extremwerten der monatlichen Durchschnittstemperaturen regionale Mittelwerte bzw. Isotemperatur-Schwankungskurven dargestellt werden. Es ist ersichtlich, dass nur nordöstlich von Ungarn eine extremere Schwankung vorkommt.

Angesichts dieser grossen Schwankungen musste man sich in der Praxis mit der Ausarbeitung von Prognosen für zwei Wochen begnügen, trotzdem die in Abb. 1 gezeigte Beziehung die Möglichkeit für eine vierwöchige Prognose bietet. Die Beziehung gibt in erster Linie eine Grundlage für die Vorhersage der fortlaufenden Witterung, es wurde aber auch versucht, aus der für einen halben Monat zu erwartenden Sonnenfleckentätigkeit auf den Charakter der mittleren Temperatur bzw. der Niederschlagsmenge des halben Monats zu folgern. Es

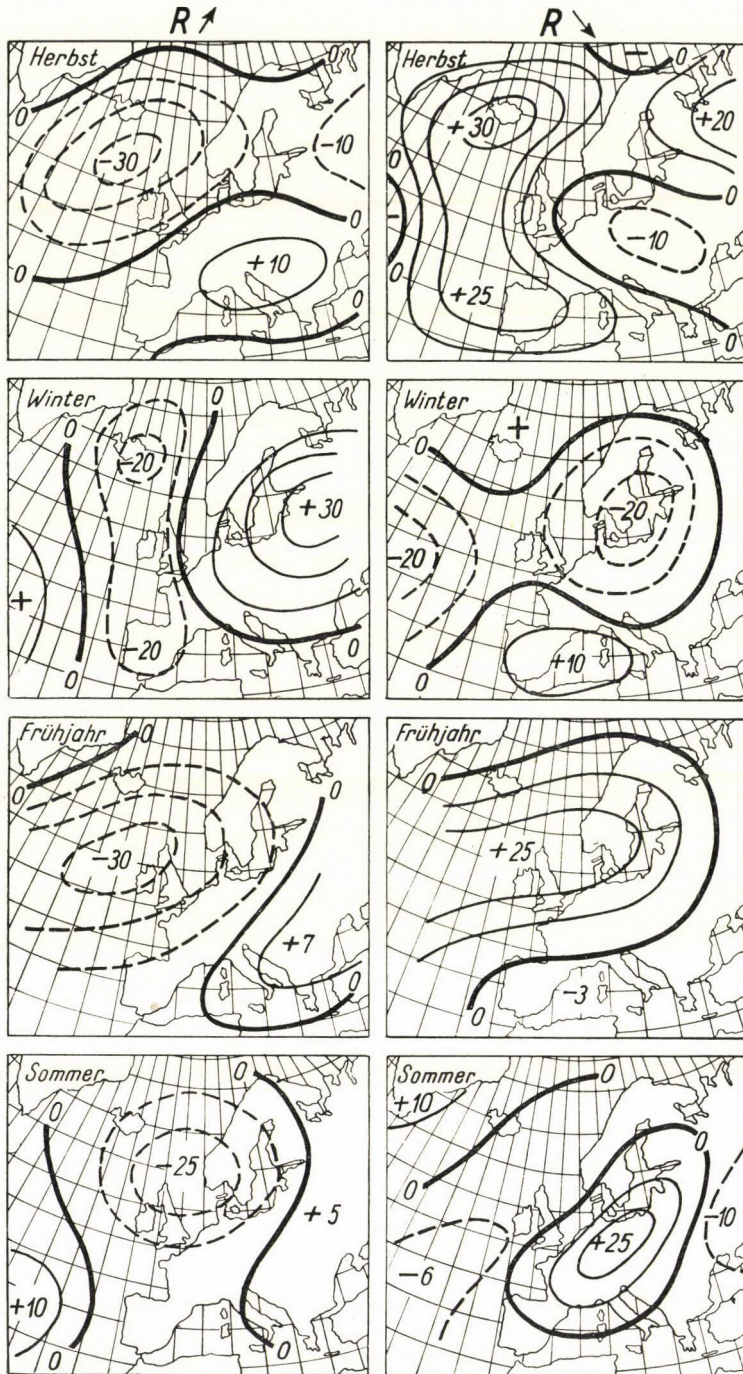


Abb. 2. Die wöchentlichen Luftdruckänderungen bei zu- und abnehmender Sonnenflecktätigkeit innerhalb der 27tägigen Periode für die einzelnen Jahreszeiten (1949—1950)

wurde hierbei die Wahrscheinlichkeit eines kälteren bzw. trockeneren halben Monats, als es der Durchschnitt ist, berechnet [3]. Zur Unterstützung der erhaltenen Ergebnisse wurde auch die Wahrscheinlichkeit der für die drei erwähnten Klimawirkungen charakteristischsten Windrichtungen (NE, S, WNW) für den Fall der Zunahme der Sonnenflecken im betreffenden halben Monat ermittelt. Die Berechnungen zeigen, dass der Einfluss der Sonnenflecken auf die Halbmonatsdurchschnitte ziemlich gering, aber ausgeprägt ist. Die Wahrscheinlichkeitswerte übertreffen nämlich die zufällige Wahrscheinlichkeit um höchstens 5 bis 15%, wogegen der Zusammenhang, abgesehen von ein oder zwei Monaten,

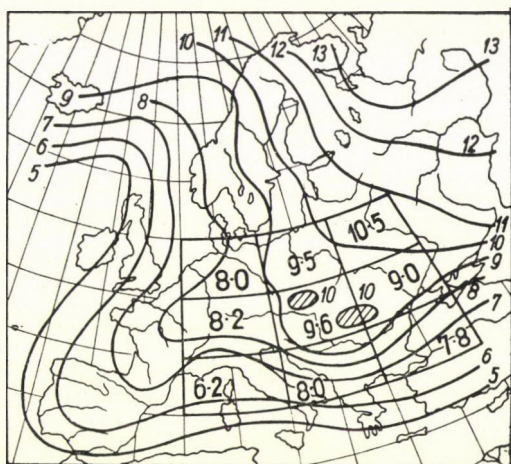


Abb. 3. Die durchschnittliche Schwankung der (extremen) mittleren Monatstemperaturen in Europa und ihre regionalen Durchschnitte in der Umgebung Ungarns (1870—1939)

eindeutig 50% übersteigt. (Die Monate mit Ausnahmewerten sind bei der Temperatur April und August, beim Niederschlag April, September und Dezember.) Wenn also die voraussichtliche halbmonatliche Sonnenfleckenanzahl als zunehmend angesprochen werden kann, dann ist laut unserer Ergebnisse im Winter und im Sommer in Budapest eine Abkühlung zu erwarten. Dieser Zusammenhang kommt besonders im Januar, Juni und Juli zur Geltung, wobei entsprechend den Monsunwirkungen im Januar gleichzeitig eine Neigung zur Trockenheit und im Sommer eine solche zu Niederschlägen wahrscheinlich ist. Alle diese Ergebnisse lassen sich durch die grundlegende Tatsache deuten, dass der Druck des mitteleuropäischen Raumes nach gesteigerter Sonnenflecken-tätigkeit von Westen her zunimmt. Dasselbe geht auch aus den Berechnungen über die Windrichtungen hervor. So nimmt z. B. die Wahrscheinlichkeit eines nordöstlichen Windes bei erhöhter Sonnenfleckenanzahl im Winter und Frühjahr zu. Die Wahrscheinlichkeit des Südwindes nimmt hierbei im allgemeinen ab,

während die Wahrscheinlichkeit des Nordwestwindes im Frühjahr und Herbst am grössten ist.

Die Aufstellung unserer halbmonatlichen Vorhersage erfordert also die Kenntnis der Tendenz der Sonnenfleckentätigkeit. Diesbezüglich stellt die 27-tägige Quasiperiode nur eine schwache Grundlage dar, so dass eine weit genauere Vorhersage der Sonnenfleckentätigkeit notwendig wäre. Unsere neuesten Forschungen weisen darauf hin, dass vor allem die Prognose der erdmagnetischen Charakterzahlen gelöst werden müsste, da diese mit der Witterung der Polaralotte in enger Beziehung stehen. Die Änderungen der Solarkonstante dürften — worauf *Abbot* hinwies — eher mit der Zyklonentätigkeit eine Beziehung aufweisen, doch stösst ihre Beobachtung auf grosse Schwierigkeiten. Auf Grund eigener Untersuchungen über die polaren Antizyklen (Kongressvortrag von *Péczeley*) sowie auf Grund der Ergebnisse des Ehepaares *Düll* darf es als erwiesen betrachtet werden, dass das jeweilige Vordringen des Azorenhochs nach ENE mit der Invasion von Korpuskularstrahlen zusammenhängt.

Vor etwa 10 Jahren wurden in den Kreis unserer Untersuchungen auch jene Witterungswechsel einbezogen, die mit der Änderung der Mondphasen in Verbindung stehen [4]. Die Untersuchungen von *Rodes* hatten nämlich bewiesen, dass in Spanien der Einfluss des Mondes auf die Witterung gut nachgewiesen werden kann. Zu analogen Ergebnissen gelangte auch *Bramanti* für das Gebiet von Genua [5]. An diesen Orten genügten bereits die Angaben von ein bis zwei Jahrzehnten, um mit Gewissheit eine geringe Wirkung des Mondes nachzuweisen. In Budapest ist hierzu ein Material von wenigstens 30 Jahre notwendig. Unsere diesbezüglichen Ergebnisse sind in Abb. 4 dargestellt. Das Maximum der 29,53tägigen Niederschlagskurve tritt einige Tage vor Vollmond ein, ihr Minimum dagegen 4 Tage nach Vollmond. Der Einfluss des Mondes auf den Niederschlag wurde im Jahresdurchschnitt zu 15% ermittelt, die Schwankung in der Woche um Vollmond beträgt etwa 33% und kann im Sommer sogar 50% erreichen.

Zur Bestätigung der so ermittelten Niederschlagskurve wurde das gesamte Material von 1887 bis 1942 nach mehreren Gesichtspunkten in zwei Teile geteilt. Die Jahre mit geraden sowohl als auch mit ungeraden Zahlen, die Jahrzehnte vor sowohl als auch nach 1915 und die Teilung nach Sommer und Winter ergaben stets Kurven gleichen Charakters. Diese Übereinstimmung ist hauptsächlich zwischen dem ersten und dem letzten Viertel am besten; hier kann die Korrelation zwischen den Kurven sogar 70% erreichen. Das interessanteste Resultat zeitigte indessen die Teilung nach Jahren mit grösserer und geringerer Sonnenfleckentätigkeit: sie erbrachte nämlich den Beweis, dass die Ausbildung der mondbedingten Niederschlagskurve auf die mittelbare Wirkung einer vom Mond reflektierten Sonnenstrahlung zurückzuführen ist. (Dass bei der Entstehung dieser Kurve den Gezeitenkräften keine Rolle zukommt, geht aus der einmaligen Periode der Kurve und ihrer Abflachung um Neumond hervor.)

Es wurde auch eine synoptische Untersuchung der Mondwirkung durchgeführt, wobei festgestellt werden konnte, dass die reichlicheren Niederschläge um das erste Viertel durch den Durchgang mediterraner Zyklonen auf der Zugstrasse V b hervorgerufen werden. *Die Wahrscheinlichkeit der Bildung mediterraner Zyklonen von Neumond bis Vollmond ist allerdings doppelt so gross wie in den zwei Wochen von Vollmond bis Neumond.*

Die Bildung der mediterranen Zyklonen hängt mit dem erwähnten mehrmaligen Vordringen des Azorenhochs zusammen. Die Änderung des Luftdruckes

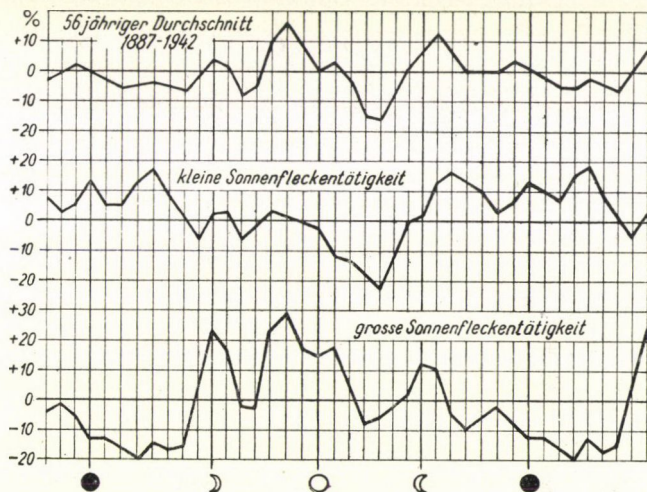


Abb. 4. Die (29,53tägige) Mondphasenwelle der täglichen Niederschlagsmengen im 56jährigen Durchschnitt sowie in grösseren und kleineren Sonnenfleckentätigkeits-Jahresgruppen für Budapest

von Neumond bis Vollmond zeigt tatsächlich, dass der Luftdruck in diesen beiden Wochen im Raume Ponta Delgada—Brest um einige mb ansteigt (im Jahresdurchschnitt um 2,5 mb, im Juni um 5 mb). Dieser Effekt wurde übrigens bereits vor etwa 35 Jahren von *Schneider* nachgewiesen [6], doch wurde von *Köppen* dagegen eingewendet, dass die mondbedingte Luftdruckkurve in den einzelnen Jahrzehnten keine genügend grosse Konstanz aufweise. Dieser Einwand wurde schon von *Myrbach* entkräftet [7], u. zw. dadurch, dass er in der mondbedingten Luftdruckkurve eine gesetzmässige Verschiebung der Orte des Minimums zwischen Neumond und Vollmond als Funktion der Sonnenfleckentätigkeit nachwies (Abb. 5 und 6). Dieser Zusammenhang erhellt auch insofern aus unseren Untersuchungen, als der Luftdruckanstieg von Neumond bis Vollmond im Raume von Brest ebenfalls von der Sonnenfleckentätigkeit abhängt (er ist desto stärker, je geringer die Anzahl der Sonnenflecken ist).

Neuestens haben *Mineur* in Frankreich [8] und *Carapiperis* in Griechenland den Einfluss der Mondphasen auf den Niederschlag nachgewiesen. *Mineur*

unterstützte seine Untersuchungen mit sehr ausführlichen mathematisch-statistischen Beweisen und stellte fest, dass bei einer Deutung des Effekts die Gezeiten nicht als Ursache in Betracht kommen. Nach den Ergebnissen von

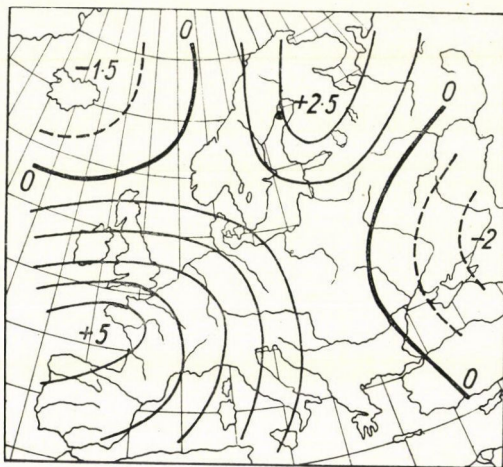


Abb. 5. Die zweiwöchentliche Luftdruckänderung von Neumond bis Vollmond (1929—1938, Durchschnitt für Juni)

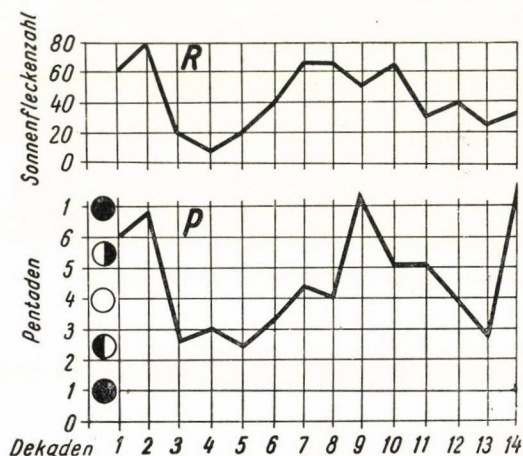


Abb. 6. Die Lage des Minimums der 29,5tägigen Luftdruckwelle als Funktion der Mondphasen bzw. der Sonnenfleckentätigkeit (Myrbach, Wien, 1780—1920)

Carapiperis fällt das Maximum der Gewitterhäufigkeit in Griechenland ebenso in das erste Viertel, wie dies auch von *Steiner* auf Grund seiner ungarischen Daten festgestellt hatte.

Der Einfluss der Mondphasen darf demnach als eine erwiesene Tatsache betrachtet werden. Hierdurch wird auch den Einwänden von *Brandtner* [9]

der Boden entzogen, der die 29,5tägige Luftdruckschwankung mit der von *Eschenwanger* entdeckten 30,5tägigen Periode zu identifizieren vermeinte.

Der Einfluss des Mondes ist im allgemeinen gering und erreicht höchstens im Sommer, um Vollmond, 50%. Desto interessanter ist es also, dass der Niederschlag im Sommer zu 66% davon abhängt, ob im betreffenden Jahre der Neumond in die erste oder in die zweite Hälfte des Monats Juni fällt. (Abb. 7.) Die Erklärung für diese Wirkung ist, dass der anfangs Juni entstehende Monsun dann kräftig ist, wenn er durch die um das erste Viertel fälligen V b-Zyklonen verstärkt wird.

Die letzte Ursache für die Mondwirkung ist noch unbekannt. Angesichts der Tatsache, dass auch hier die Pulsation des Azorenhochs in Erscheinung tritt, ist die Annahme naheliegend, dass es sich hierbei um eine Stratosphären-

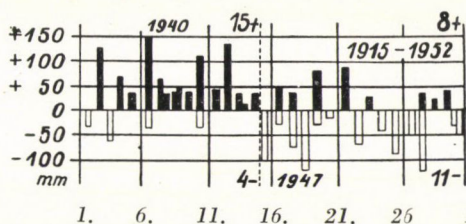


Abb. 7. Die Verteilung der niederschlagsreichen und niederschlagsarmen Sommer nach dem Stand des Neumonds im Juni in Budapest (1915—1953)

wirkung der vom Mond reflektierten Korpuskular- oder eventuell Ultraviolettstrahlung handelt.

Unsere Untersuchungen waren im folgenden auf die Erforschung der Perioden gerichtet. Es sind bereits sehr viele atmosphärische Perioden untersucht worden, doch stellte es sich bei eingehenderen Forschungen immer wieder heraus, dass es bei der Witterung — mit Ausnahme des täglichen und jährlichen Ganges — keine Perioden im physikalischen Sinne gibt. Man könnte höchstens von Rhythmen reden, da die Wellenlänge bzw. Amplitude der gefundenen Perioden in der Zeit veränderlich ist. Aus diesem Grunde entspricht keine der Perioden dem *Schusterschen* Kriterium.

Eine sehr eingehende und sich auf die Luftdruckverhältnisse der ganzen Erdkugel erstreckende Untersuchung über die Perioden wurde vom holländischen Forscher *de Boer* durchgeführt [10]. Er fand hierbei, dass die Perioden von 3, 7, 11 und 36 Jahren tatsächliche Perioden darstellen. Laut seiner Ergebnisse ist im atlantischen Raume auch die Periode von 2 und $1\frac{1}{3}$ Jahren real. In der Sowjetunion befasste sich *Danilow* mit den Perioden des Luftdrucks [11]. Am stärksten trat auch bei ihm die 3jährige Periode auf, ausserdem fand er auch Perioden von 29 bzw. 19 Monaten.

Mit den 11jährigen Sonnenfleckenzyklen befasste sich in Ungarn als erster *Róna*, u. zw. vom Gesichtspunkt des Niederschlages. Seine Ergebnisse wiesen auf das Bestehen einer schwachen Beziehung hin. Unsererseits wurde die Nieder-

schlagsreihe von 90 Jahren für die ungarische Stadt Debrecen (in der Grossen Ungarischen Tiefebene) untersucht, wobei die 11jährige Periode bzw. 5—6-jährige Perioden erkenntlich waren. Hierbei zeigte es sich jedoch, dass sich der Charakter der 11jährigen Niederschlagswelle je nach den Schwankungen des Klimas ändert (Abb. 8). In dieser Reihe konnte übrigens auch die 35jährige *Brücknersche* und die 24jährige *Groissmayrsche* Periode nachgewiesen werden. Die 16jährige *Wagnersche* kontinentale Periode wurde von *Simor* in der 80-jährigen Temperaturreihe der Stadt Pécs nachgewiesen [12].

Im Zusammenhang mit den hier erwähnten längeren Perioden ist allerdings zu bemerken, dass ihre Bedeutung für die langfristige Prognose gering ist und dass ihnen eher bloss die Rolle von Symptomen zukommen dürfte. Verhält-

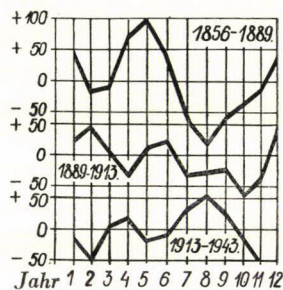


Abb. 8. Die Doppelwelle des Niederschlages innerhalb des 11jährigen Sonnenfleckenzyklus und ihre säkuläre Änderung in Debrecen (1854—1943)

nismässig besser sind die Perioden von 2—3 Jahren zu gebrauchen. Die halbmonatlichen Durchschnittstemperaturen bzw. Niederschlagsmengen von Budapest zeigen z. B. ziemlich gut eine Periode von 27 ± 2 Monaten. Dies kommt am besten im Luftdruck zum Ausdruck, während man bei der Temperatur zu keinen eindeutigen Ergebnissen gelangen kann, weil wegen der jeweiligen Verschiebung von $1/4$ Jahr z. B. dem hohen Luftdruck im Winter (also der Kälte) nach 2 Jahren im Frühjahr eine warme Witterung entspricht und umgekehrt.

Ein besseres Resultat lässt sich von der Untersuchung der Perioden erhoffen, die kürzer als ein Jahr sind. *Multanowski* und seine Schule gehen von einer Rhythmik von 3—5 bzw. 5—3 Monaten aus, neuestens werden nach *Pagawa* sogar Perioden von 4 Monaten untersucht. In Anlehnung an diese Ergebnisse erstreckten daher auch wir unsere Untersuchungen auf einen Zeitraum von 120 Tagen. Es wurde hierbei festgestellt, dass die Perioden im allgemeinen im Raume von Brest am deutlichsten zu erkennen sind. Aus Abb. 9 ist ersichtlich, dass die 120tägige durchschnittliche Periode des Luftdrucks von Brest (aus den Angaben des Jahrzehnts von 1929 bis 1938) eigentlich die Aufeinanderfolge von zwei 60tägigen Perioden ist. Es ist gleichfalls zu ersehen, dass die Hauptperiode durch eine Rhythmik von 40—20—40—20 Tagen gekennzeichnet wird. (Die

Entdeckung der 40tägigen Periodizität in der Witterung Ungarns geht auf *Németh* zurück.)

Die weitere Analyse der 60tägigen Periode ergab, dass es sich hier eigentlich um die Interferenz einer 59tägigen Periode mit dem Doppelten der 29,5-tägigen Mondwelle handelt, die in geringerem Ausmass durch eine etwa 20-tägige Periode modifiziert wird. Es hat also den Anschein, dass die Witterung

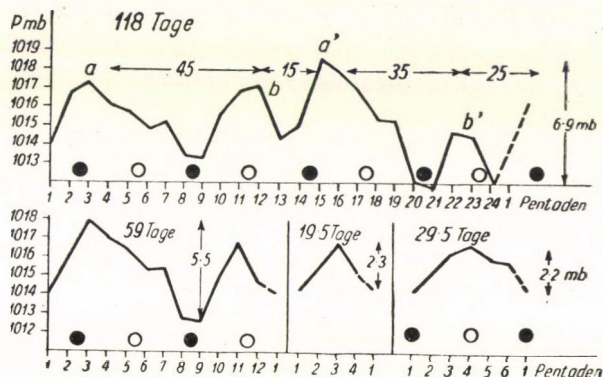


Abb. 9. Die Perioden des Luftdruckes von Brest (1929—1938)

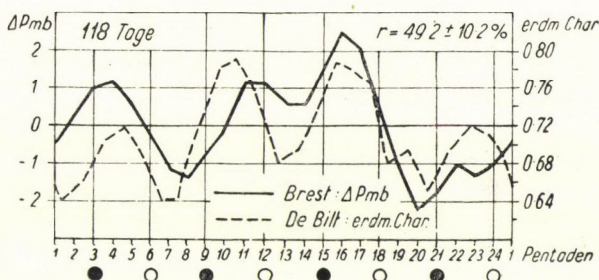


Abb. 10. Die 59tägige Periode der eine Woche früheren Werte des Brester Luftdruckes und der erdmagnetischen Charakterzahlen (1929—1938)

des atlantisch-europäischen Raumes durch die 20tägige (wahrscheinlich polare) thermische Welle sowie durch die 30tägige Mondwelle und durch die 59tägige Periodizität gelenkt wird. Letztere kann nach Meinung von *Myrbach* mit der aus der Konjunktion von Sonne, Merkur und Erde stammenden 58,5tägigen Periode identifiziert werden. Der kosmische Ursprung der 59tägigen Nebenwelle findet seinen Beweis in dem Umstand, dass die erdmagnetische Aktivität gleichfalls eine Periode von 59 Tagen aufweist. In der erdmagnetischen Aktivität ist übrigens ebenso wie im Luftdruck von Brest die Mondphasenwelle am auffallendsten. Die 30- und 60tägige Periode scheint also ionosphärischen Ursprungs zu sein (Abb. 10). Die Korrelation zwischen dem Luftdruck von

Brest und der 59tägigen Periode der (1 Woche früheren) erdmagnetischen Charakterzahlen beträgt $49,2 \pm 10,2\%$!

Die 59tägige Luftdruckwelle kann auch in Ungarn festgestellt werden, doch nicht mehr so deutlich wie in Brest. Vom Gesichtspunkt der mit ihr zusammenhängenden Temperaturänderungen besteht indessen ein Unterschied zwischen Winter und Sommer. Auf eine Kältewelle im Winter muss nämlich wegen der 118tägigen Periode eine Wärmewelle im Frühsommer folgen und auf eine Wärmewelle im Winter eine Kältewelle im Sommer. Ein solcher Gegensatz findet sich tatsächlich in mehreren Jahren, hauptsächlich im sinkenden Ast des 11jährigen Sonnenfleckenzyklus bzw. bei Sonnenfleckenminimum.

Das Dreifache der 4monatigen Periode ergibt eine Periode von ungefähr 355 Tagen, was mit der des Mondjahres übereinstimmt. Diese Periode spielt

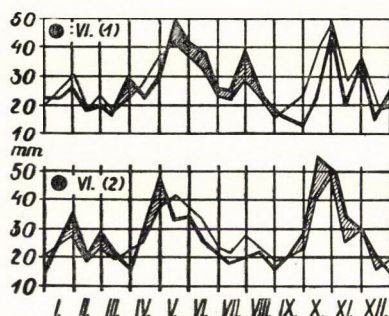


Abb. 11. Der Gang des jährlichen Niederschlages auf Grund der halbmonatlichen Niederschlagsmengen in Budapest, in Jahresgruppen nach dem Stand des Neumonds im Juni

auch bei der beobachteten Verschiebung der Singularitäten eine grosse Rolle, weswegen ihr auch eine grössere Bedeutung für die langfristige Prognose zukommt. Diese Periode ist es, die den jährlichen Verlauf des Niederschlages regelt. In Abb. 11 wird der jährliche Gang des Niederschlages gezeigt, u. zw. in Jahresgruppen nach dem Datum des Neumondes im Juni, auf Grund der halbmonatlichen Mengen. Auch die Abweichungen von den Grundwerten sind gut ersichtlich. Aus der Abbildung geht hervor, dass in der einen Jahresgruppe, wenn der Neumond in die erste Hälfte Juni fällt, das Niederschlagsmaximum in Budapest Ende Mai auftritt und dass auch der ganze Sommer niederschlagsreich ist. In der anderen Jahresgruppe fällt das Niederschlagsmaximum auf Ende April, Anfang Mai; darauf folgt stets ein trockener Sommer und ein niederschlagsreicher Herbst. Dieser Zusammenhang wurde auf Grund einer Volksregel abgeleitet, nach der die Sommer jener Jahre niederschlagsreicher sind, in denen der Vollmond in die zwei Wochen nach dem 21. März fällt (sog. *Racskósche* Regel, s. auch Abb. 7).

Auf Grund der 355tägigen Periode kann man den Versuch machen, auch die monatlichen bzw. halbmonatlichen Anomalien des laufenden Jahres zu berechnen; u. zw. auf Grund der entsprechend (um 10 bis 15 Tage) verschobenen Kurve des Vorjahres. Diese Arbeit wurde ebenfalls von *Németh* ausgeführt (Abb. 12). Bei einer solchen Berechnungsweise wird man in den Jahren mit Sonnenfleckennminimum Treffer in einem Verhältnis von 70 bis 80% erzielen,

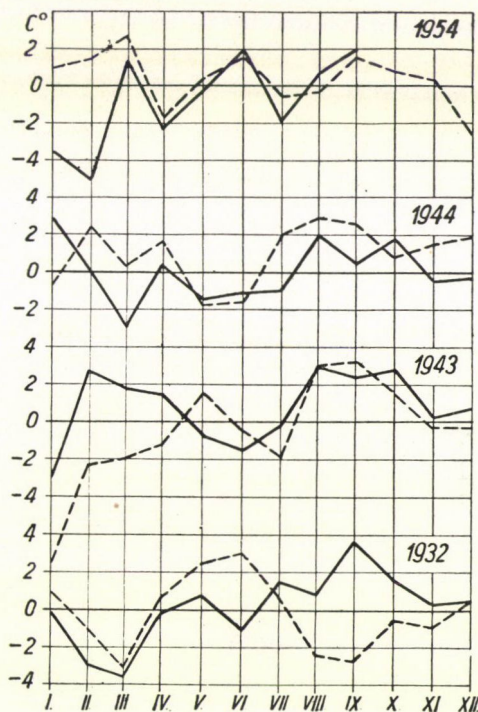


Abb. 12. Der beobachtete und berechnete Gang der Temperaturanomalien in den Jahren mit Sonnenfleckennminimum

d. h. man wird das Vorzeichen der Temperatur von 8–9 Monaten im Jahr vorhersagen können. Die Vorbedingung für eine genauere Berechnung ist jedoch die Vorhersage der Sonnenfleckentätigkeit für zumindest einen Monat. Bei der Vorhersage der Anomalien sind dann bereits auch die längeren Perioden zu berücksichtigen, z. B. die 7jährige Periode der kalten Winter oder auch die 27 monatige Periode.

Über das Ergebnis unserer Forschungen über die Antizyklen wird auf diesem Kongress von *Péczeley* berichtet werden, im folgenden soll noch über unsere neuesten Untersuchungen in bezug auf den Entstehungsort und die Häufigkeit der Zyklen die Rede sein. Diese Arbeiten wurden zum grössten Teil von *J. Borsos* ausgeführt.

In der Witterung des europäischen Raumes spielen die als »isländische« bezeichneten Zyklonen eine überaus massgebliche Rolle. Mit der Zugstrasse dieser Zyklonen hatte sich schon *van Bebbber* befasst, ohne jedoch auf die Frage des Entstehungsortes dieser Zyklonen einzugehen. Auch *Bjerknes* und *Solberg*, die feststellten, dass die Grundbedingung für die Zyklonenentstehung die Aktivierung der zwischen zweierlei Luftmassen befindlichen quasistationären Front ist, beschäftigten sich nicht viel mit dieser Frage.

In der Literatur finden sich übrigens auch sonst nur sehr wenige Angaben darüber, wie und wo die einzelnen konkreten Zyklonen entstanden sind. Immerhin wird ein jeder Synoptiker feststellen können, dass die sog. isländische Zyklonen vom Westen, von Nordamerika in den isländischen Raum gelangen. Hier vertiefen sich die Zyklonen stark, um sich dann im Laufe ihres weiteren Weges sukzessiv aufzufüllen. — Es erhebt sich nun die Frage, woher die primären Zyklonen kommen bzw. wo sie entstehen. Zur Klarstellung dieser Frage wurden von uns eingehende Untersuchungen auf Grund des Kartenmaterials des Jahrzehnts von 1920 bis 1930 durchgeführt. Bei der Zurückverfolgung der über dem Atlantischen Ozean auftretenden Zyklonen konnte der Entstehungsort jeder einzelnen Zyklone bestimmt werden. *Borsos* stellte hierbei fest, dass die sog. isländischen Zyklonen an folgenden Orten entstehen können: 1. an den Südostküsten Nordamerikas, 2. an der Ostseite des Felsengebirges, 3. im Stillen Ozean im Raum von Hawaii und 4. längs der Ostküste von China.

Die von den Südostküsten Nordamerikas stammenden Zyklonen entstehen an der quasistationären Front, die sich in der Gegend von Florida befindet, u. zw. dann, wenn diese durch einen frischen Kälteeinbruch von Norden aktiviert wird. — Hinter dem Felsengebirge entstehen die Zyklonen an der Ostseite der kanadischen Kälteeinbrüche, *wobei es aber immer notwendig ist, dass die Warmfront der vom Stillen Ozean eintreffenden Zyklonen oder deren Warmfrontokklusion das Felsengebirge überquert*. Im Raume von Hawaii können die Zyklonen nur als Randzyklonen entstehen, die dann auch selbständig über Amerika hinwegziehen können. — *Die primäre, also die im Sattelpunkt erfolgende Zyklonenbildung geht jedoch an der quasistationären Front vor sich, die sich im Gebiete der chinesischen Ostküsten befindet*.

Über den Entstehungsort der Zyklonen lässt sich also zusammenfassend folgendes feststellen. Die Zyklonen entstehen an den südöstlichen Küsten Nordamerikas und Asiens im Einklang mit der *Bjerknesschen* Theorie an quasistationären Fronten. Bei der Ausbildung dieser Fronten spielt somit offensichtlich die aus den abweichenden Erwärmungsverhältnissen des Festlandes und des Meeres stammende Temperaturverteilung eine Rolle. Die Temperaturgegensätze werden noch durch Meeresströmungen an den Küsten verstärkt.

Über dem mittleren Teil des Stillen Ozeans sowie über den übrigen untersuchten Gebieten des Atlantischen Ozeans bilden sich Zyklonen lediglich als Randzyklonen der isländischen Mutterzyklonen aus. In grösster Menge ent-

stehen regenerierte Zyklonen an der Ostseite des Felsengebirges. Hier handelt es sich also um eine orographische Zyklonenbildung, richtiger um eine Regeneration.

Das Endergebnis unserer Untersuchungen besteht also darin, dass die sog. isländischen Zyklonen an der Ostküste Chinas entstehen bzw. Randzyklonen der dort entstandenen und sich von dort ausbreitenden Zyklonen sind, oder aber das Ergebnis der an Warmfronten vor sich gehenden orographischen Regeneration darstellen.

Im folgenden sei die typische Bahn einer über dem Ostchinesischen Meer entstandenen Zyklone beschrieben (Abb. 13). Diese Zyklone konnte zwischen

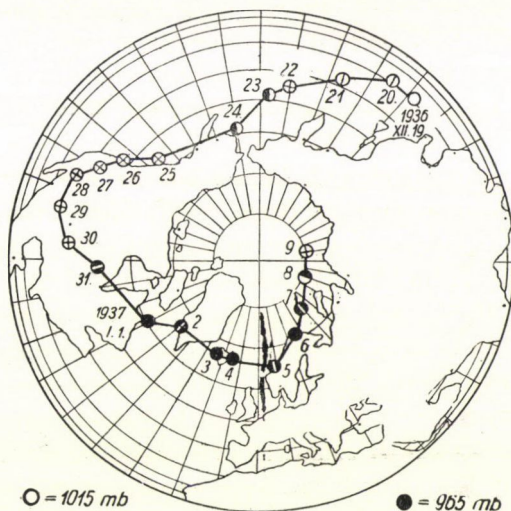


Abb. 13. Der Zug der über dem Ostchinesischen Meer entstandenen Zyklone zwischen dem 19. XII. 1936. und dem 9. I. 1937. (Die Bedeckung des Kreises bringt die Tiefe der Zyklone zum Ausdruck)

dem 19. Dezember 1936 und dem 9. Januar 1937 auch barisch verfolgt werden. Die Zyklone vertiefte sich im Raume der Aläuten, zog über Nordamerika als flachere Zyklone hinweg, um sich dann im Raum von Island noch stärker zu vertiefen. Später füllte sich die Zyklone auf und verschwand an der Nordspitze Sibiriens. Die Ursache für die Vertiefung im Raume der Aläuten und Islands ist, dass sich an diese Zyklone frische Warmluftmassen einerseits aus dem Raume von Hawaii und andererseits von der Westseite des Azorenhochs heranschoben. Die Vertiefung wird auch durch die über die Beringstrasse bzw. die Südspitze Grönlands einströmenden polaren Kaltluftmassen begünstigt. Den hier geschilderten Umständen ist es zu verdanken, dass die klimatologischen Karten bei den Aläuten und bei Island »Aktionszentren« anzeigen. Von hier stammt auch die Benennung »isländische« bzw. »Aläuten«-Zyklone.

Die hauptsächlichlichen Ergebnisse unserer Untersuchungen über die Entstehung der Zyklonen sind folgende : in den angegebenen 11 Jahren sind in dem Gebiet zwischen dem 110. östlichen und dem 30. westlichen Längengrad bzw. zwischen dem 10. und 70. Breitengrad 2217 Zyklonen entstanden. Von diesen entsprangen 34% über dem Ostchinesischen Meer, 39% über dem Felsengebirge, 19% an der Ostküste Amerikas und 8% im Raume von Hawaii. Diese Ergebnisse sind auch in Abb. 14 eingetragen. Die einzelnen Entstehungsorte wurden in der Reihenfolge ihrer Bedeutung mit I bis IV bezeichnet. Aus der Karte ist gleichfalls ersichtlich, dass in den beiden hauptsächlichlichen Aktionszentren, bei den

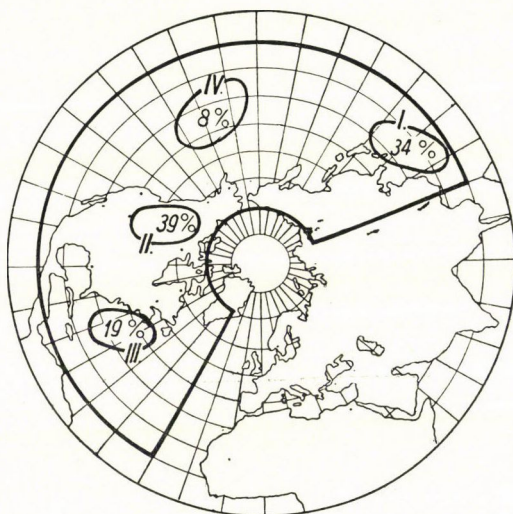


Abb. 14. Die Häufigkeit der Zyklonenbildung über dem Stillen Ozean und über Nordamerika (1920—1930)

Aläuten und bei Island, während der untersuchten 11 Jahre *keine einzige* selbständige Zyklone entstanden ist. Ein Unterschied zwischen dem Sommer- und dem Winterhalbjahr ist nur insofern vorhanden, als der Entstehungsort im Winter zwischen den 25. und 55. Breitengrad und im Sommer zwischen den 35. und 65. Breitengrad fällt. Von den im untersuchten Gebiet entstandenen insgesamt 2217 Zyklonen gelangten bloss 48% bis in den Raum von Island. Die Häufigkeit des Vorüberziehens von Zyklonen ergibt übrigens für Island einen Wert von 3,8 Tagen. Die Entstehungshäufigkeit über dem Ostchinesischen Meer beträgt 5,3 Tage, im Felsengebirge 4,5 Tage und an der Ostküste Amerikas 9,7 Tage. Die Randzyklonen des Stillen Ozeans entstehen im Durchschnitt nur alle 23,1 Tage. Den Weg vom Ostchinesischen Meer nach Grönland legen die Zyklonen in 9 bis 23 Tagen zurück. Einzelne Zyklonen können im Kreis über die ganze nördliche Hemisphäre hinwegziehen, wozu sie dann 24 bis 36 Tage benötigen. Das Maximum der Entstehungshäufigkeit fällt auf den Herbst, auf den

Monat Oktober (Abb. 15). Das Minimum der Entstehungshäufigkeit ist im Frühjahr, doch tritt im April ein sekundäres Maximum auf. Ein sekundäres Minimum ist im Juli zu beobachten. Diese Verteilung des Jahresganges steht vor allem mit dem Aufbau bzw. Abbau der sibirischen Antizyklen im Zusammenhang, da die Aktivierung der an der Küste Chinas befindlichen quasistationären Front eine Folge dieser Vorgänge darstellt. Der Zustand der sibirischen Antizyklen hängt auch von der Temperatur des Polargebietes ab, so dass es verständlich ist, dass man die Häufigkeit der Zyklonenentstehung auch mit der Sonnenflecktätigkeit in Zusammenhang bringen kann. Laut Abb. 16 zeigt die summierte Häufigkeit zwischen 1920 und 1936 eine 27%ige Vorzeichenkorrelation mit den erdmagnetischen Charakterzahlen.

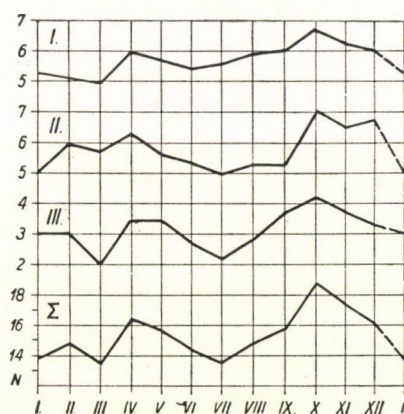


Abb. 15. Die jährliche Veränderung der Zyklonenbildung in den einzelnen Gebieten bzw. in ihrer Gesamtheit

Auf Grund der hier geschilderten Arbeiten stellt die im Jahre 1946 gegründete Abteilung für langfristige Vorhersagen des Meteorologischen Instituts regelmässig (an jedem 15. und 30. des Monats) zweiwöchige Vorhersagen den leitenden Organen der Volkswirtschaft versuchsweise zur Verfügung. Die Vorhersagen bestehen aus zwei Teilen: im ersten Teil werden die zu erwartenden Änderungen der Witterung, im zweiten die halbmonatlichen Anomalien der Temperatur und des Niederschlages angegeben. Zur Anfertigung des ersten Teiles wird täglich die Sonnenflecktätigkeit beobachtet, wobei neustens auch die erdmagnetischen Charakterzahlen auf Grund der Beobachtungen des Budapester Observatoriums herangezogen werden. Bei der Anfertigung des zweiten Teiles werden auch Analogien und Perioden auf Grund der Temperatur- und Niederschlagsreihen von Budapest verwendet. Von den längeren Perioden sind allem der 11jährige Sonnenfleckenzyklus, die 2,3jährige Periode sowie die 60tägige bzw. 355tägige Periode gut brauchbar.

Unsere halbmonatlichen langfristigen Wettervorhersagen treffen im allgemeinen zu 70% zu (im Maximum 90%, im Minimum 30%). Die Treffer sind im Witterungsteil im allgemeinen häufiger als in bezug auf die halbmonatlichen Anomalien. Diese Werte können in der geschilderten klimatischen Lage Ungarns als untere Grenze der Brauchbarkeit angesprochen werden. Zu den

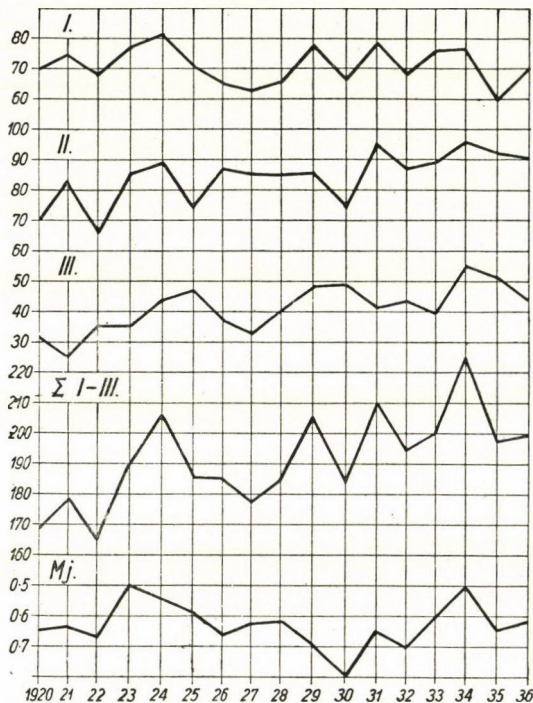


Abb. 16. Der Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Zyklonenbildung und der im entgegengesetzten Sinne auftretenden Schwankung der erdmagnetischen Charakterzahlen (Mj) in den Jahren 1920—1936

wichtigsten Aufgaben der im Gange befindlichen und auf die Erhöhung der Trefferhäufigkeit abzielenden Forschungsarbeiten gehören die Frage des Aufbaus und der Bewegung der Antizyklonen sowie die weitere Untersuchung der Zyklonenhäufigkeit. Parallel damit hat auch die Untersuchung der aktuellen Perioden bzw. Singularitäten zu erfolgen. Besonders die Kenntnis der Korpuskular- bzw. Ultraviolettstrahlung der Sonne und des Mondes wäre hier von Bedeutung. Unserer Meinung nach ist nämlich die Ausgestaltung der Witterung zwar von irdischen Faktoren abhängig, doch spielen bei der Auslösung der Vorgänge — hauptsächlich im Polargebiet — auch die verhältnismässig energiearmen kosmischen Faktoren (als Katalysatoren) eine grosse Rolle.

LITERATUR

1. Хромов, С. П. : Основы синоптической метеорологии. Часть 10, Ленинград 1948.
2. Berkes, Z. : Wirkungen der Erscheinungen der Sonnenoberfläche auf die Erdatmosphäre. Meteor. Zeitschrift. Hf. 5. 1939. S. 197.
3. Berkes, Z. : A félhavi középhőmérséklet és csapadékösszeg kapcsolata a naptevékenységgel. (Die Beziehung der mittleren Halbmonatstemperatur und der Niederschlagsmenge mit der Sonnenfleckenstätigkeit. Nur ungar.) Orsz. Meteorológiai Intézet Hivatalos Kiadványai XV. kötet. Beszámolók (1952) S. 150
4. Berkes, Z. : Über die Realität der Mondperiode des Wetters. Meteor. Zeitschrift. 1944. Hf. 7. S. 249. und 1942. Hf. 12. S. 402.
5. Bramanti, L. : Periodicità Lunari nella pioggia. 1943. Pisa.
6. Schneider, J. : Annal. der Hydr. und Mar. Met. 1917.
7. Myrbaoh, O. : Annal. der Hydr. und Mar. Met. 1926. S. 161.
8. Mineur, H. : Annal. de Géophysique 1952. No. 3. S. 294.
9. Brandtner, E. : Über die Existenz lunarer Witterungsperioden. Bad-Kissingen, 1952. Berichte ... No. 38. S. 329.
10. de Boer, H. J. : Further Researches into the Physical Reality of Some Long-Periodic Cycles in the Barometric Pressure. Batavia. 1941. Verhandelingen. No. 30.
11. Danilow, L. : Wetterwellen. Kiew 1926.
12. Simor, F. : Vizsgálatok Pécs 80 évi homogén hőmérsékleti sorozatáról. (Untersuchungen über die 80jährige homogene Temperaturreihe von Pécs. Nur ungar.) Orsz. Meteorológiai Intézet, Beszámolók. Budapest, 1953. S. 21.

МЕТОД ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ В ВЕНГРИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО

З. БЕРКЕШ

Резюме

Метод долгосрочных прогнозов погоды в Венгрии в сущности исходит из основ синоптики и впервые применялся в 1939 году, когда была найдена связь между изменением солнечной деятельности и порывами азорского антициклона — и, таким образом и между погодой Венгрии. После повышения солнечной деятельности — внутри 27 дневного квазипериода солнечного вращения — следует ослабление силы ветра. Эта связь предоставляет основу для прогнозы текущей погоды на продолжительность двух недель. Из ожидаемого полумесячного изменения солнечной деятельности можно сделать заключения об аномалиях средней температуры и количества атмосферных осадков. Корреляционный фактор этих связей однако не превышает 60%. — С другой стороны, удалось также использовать изменения погоды, связанные с фазами луны. В Будапеште около первой четверти лунной фазы вероятность осадков превышает приблизительно на 15% случайную вероятность, а около последней четверти она на 15% ниже случайной вероятности. Синоптическое исследование действия луны выявило, что вероятность появления циклонов, перемещающихся на траектории $V/6$ вдвое больше во время двух недель около первой четверти фазы луны, чем в течение двух недель около последней четверти. На основании вышеупомянутых связей систематически составляются на две недели вперед прогнозы погоды и аномалий, оправдающиеся в приблизительно 75% или 60% всех случаев.

В следующей части своей статьи автор сообщает о ходе проводимых в настоящее время исследований. Эти исследования относятся, с одной стороны, к найденной связи между регенерацией азорского антициклона и корпускулярными лучами солнечной деятельности, то есть к условиям образования циклонов и антициклонов. Другая часть исследований направлена на изучение периодов или же сингулярностей с учетом вышеупомянутых космических воздействий. С точки зрения долгосрочного предсказания погоды важнейшими являются два новых определения, согласно которым, во первых, вторжение полярного антициклона может состояться также вследствие корпускулярного излучения, а во вторых, что так называемые исландские циклоны образуются также и в пространстве Тихого океана.

METHODS AND RESULTS OF LONG-RANGE WEATHER FORECASTING IN HUNGARY

By

Z. BERKES

Summary

The Hungarian long-range weather forecasting method set out from essentially synoptic fundamentals in 1939, when correlation was detected to exist between the changes in solar activity and the forward-sweeping Azorian highs and thereby, the weather in Hungary. Increasing solar activity, within the 27-day solstitial quasi-period, was found to be followed by abating wind force. This correlation furnishes a basis for continued weather forecasting over a fortnight. From the changes in solar activity expected to occur during half a month it is also possible to conclude the anomalies in the mean temperature and the amount of precipitation. However, the factor of these correlations does not exceed 60 per cent. On the other hand, it proved feasible to utilise also the changes in the weather connected with changes in the light of the Moon. For, at about the first quarter, the probability of rainfall over Budapest exceeds the accidental probability by about 15 per cent, but at the last quarter remains roughly 15 per cent below it. Synoptic studies of the effect of the Moon revealed that in the two weeks around the first quarter the occurrence of cyclones following the V/b track is about twice as probable as in the two weeks around the last quarter. On the basis of the above-described correlations fortnightly weather and anomaly forecasts are made with 75 and 65 per cent success, respectively.

The paper proceeds to give an account of other investigations in progress. Some of them deal with the connection found to exist between the regeneration of the Azorian high-pressure areas and the corpuscular rays of solar activity, some others with the conditions of cyclone and anticyclone formation. The rest is concerned with such studies of periods and singularities as give due consideration to the cosmic effects mentioned. Most important from the point of view of long-range forecasting are the two newly-established facts that the outbreak of the polar anticyclone might as well be the effect of corpuscular radiation, and that the cyclones called Icelandic also arise in the area of the Pacific Ocean.

DIE GRUNDSÄTZE DER MITTELFRISTIGEN WETTERVORHERSAGE IN DER SOWJETUNION

Von
N. A. ARISTOW

KANDIDAT DER GEOGRAPHISCHEN WISSENSCHAFTEN
ZENTRALINSTITUT FÜR WETTERVORHERSAGE, MOSKAU

Unter mittelfristiger Wettervorhersage versteht man die Prognose für 2 bis 14 Tage. In der Sowjetunion werden solche Wettervorhersagen täglich, für drei Tage und die periodischen Prognosen für 7 bis 14 Tage herausgegeben. In diesen Berichten wird die zu gewärtigende Witterung im allgemeinen charakterisiert, wobei die plötzlich eintretenden Witterungsänderungen mit inbegriffen sind.

Die tägliche Herausgabe einer 3tägigen Wettervorhersage erweist sich auch deshalb als nützlich, weil dadurch einerseits die periodischen Prognosen genauer werden und andererseits ausserdem täglich ein Bild der in den folgenden Tagen zu gewärtigenden Witterung vermittelt wird.

Die Grundlage der Zusammenstellung der periodischen und der 3tägigen Wettervorhersage bildet die synoptische Methode der Schule *Multanowskis*. Diese Methode wird in der Sowjetunion von zahlreichen prognostischen und hydrometeorologischen Unterabteilungen angewandt. In der Sowjetunion befasst man sich bekanntlich schon seit 1922 mit der langfristigen Wettervorhersage, und seit dieser Zeit findet sie systematisch in der Volkswirtschaft in Verbindung mit der Planung und Durchführung verschiedener Arbeiten Verwendung.

Die langfristige Wettervorhersage stellt ein überaus verwickeltes Problem dar, an dessen Lösung zahlreiche sowjetische Wissenschaftler arbeiten. Bei der Untersuchung der voraussichtlichen Witterung wird davon ausgegangen, dass die Witterung eine Funktion der atmosphärischen Vorgänge ist. Um also eine richtige Wettervorhersage machen zu können, müssen die Eigenschaften der bei konkreten geographischen Bedingungen vor sich gehenden Entwicklung der synoptischen Vorgänge bekannt sein. Je vollkommener das Bild der zu gewärtigenden Vorgänge ist, um so genauer wird die langfristige Wettervorhersage sein.

Die Grundlage der langfristigen Wettervorhersage besteht in der Gesetzmässigkeit der sich eine lange Zeit hindurch auf grossen Gebieten vollziehenden Entwicklung der atmosphärischen Vorgänge. Diese können in bezug auf ihre Entwicklung in eindeutige Makrovorgänge unterteilt werden.

Als Akademiker *Multanowski* die Methode der langfristigen Wettervorhersage ausarbeitete, empfahl er auf Grund der beobachteten Gesetzmässigkeiten im Jahre 1915 als erster, die synoptischen Zeitabschnitte von den atmosphärischen Vorgängen zu trennen, d. h. jene Zeitspannen, in denen sich Vorgänge von bestimmter Richtung derart entwickeln, dass der Charakter des barischen Feldes in der ganzen Ausdehnung des natürlichen synoptischen Gebietes unverändert bleibt.

Der Begriff des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes wird desto genauer sein, je mehr sich unsere Kenntnisse über die atmosphärische Zirkulation vervollkommen. Als Ergebnis der von Frau Professor *Pagawa* im Jahre 1944 auf Grund synoptischer Boden- und Höhenkarten durchgeführten Untersuchung über die sich in der unteren Hälfte der Troposphäre abspielenden Vorgänge wird unter einem natürlichen synoptischen Zeitabschnitt jener Zeitraum verstanden, in dem die bedeutendsten thermobarischen Felder in der Troposphäre verharren und dadurch an der Erdoberfläche eine bestimmte Bewegungsrichtung der barischen Gebilde herbeiführen, wobei auch die geographische Verteilung der Zentren des barischen Feldes im Raume des natürlichen synoptischen Gebietes unverändert bleibt.

Als natürliches synoptisches Gebiet wird ein solcher bedeutender Teil der Erdoberfläche bezeichnet, in dem synoptische Vorgänge spezifischen Charakters mehrere Tage und synoptische Perioden eines gewissen Typs eine längere Zeit hindurch andauern.

Die Trennung der natürlichen synoptischen Gebiete wird dadurch bewirkt, dass sich das die Vorgänge des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes charakterisierende Deformationsfeld im Raum der nördlichen Hemisphäre im allgemeinen nicht gleichzeitig umwandelt. Daneben verändert sich noch im allgemeinen, u. zw. zu verschiedenen Zeitpunkten, auch das Gepräge der Warmströmungen zwischen dem Ozean und dem Festland; diese Änderungen bestimmen in erster Linie den Typ des eine längere Zeit hindurch herrschenden synoptischen Geschehens.

Das Studium der atmosphärischen Vorgänge auf Grund synoptischer Boden- und Höhenkarten ermöglichte die Abgrenzung von drei natürlichen synoptischen Gebieten auf der nördlichen Hemisphäre, die typische atmosphärische Zirkulationsmerkmale aufweisen. Das erste natürliche synoptische Gebiet umfasst den Raum von Grönland bis zur Taimyr-Halbinsel, das zweite den von der Taimyr-Halbinsel bis zur Beringstrasse und das dritte den von der Beringstrasse bis Grönland. Der südliche Rand der obengenannten Gebiete verläuft in der Nähe des zwanzigsten nördlichen Breitengrades.

Die durch ihre spezifische atmosphärische Zirkulation charakterisierten obigen Gebiete entstehen infolge der ungleichen Verteilung und Erwärmung des Festlandes und des Meeres. Unter deren Einwirkung bilden sich die verschiedenen warmen Strömungen in der Atmosphäre der einzelnen Teile des

Erdballs aus. Über der nördlichen Hemisphäre ist die Richtung der warmen Strömungen in der Atmosphäre im Januar bis zum 10-km-Niveau und im Juli bis zum 13-km-Niveau ungefähr gleich.

Analysiert man im ganzen Raum der nördlichen Hemisphäre die Karten der auf sämtliche Monate des Jahres bezügliche Isanomalienverteilung, so kann als Grenze zwischen dem ersten und zweiten natürlichen synoptischen Gebiet der 80. Grad östlicher Länge, zwischen dem zweiten und dritten natürlichen synoptischen Gebiet der 165. Grad westlicher Länge, zwischen dem dritten und ersten natürlichen synoptischen Gebiet der 50. Grad westlicher Länge und schliesslich als südliche Grenze sämtlicher Gebiete der 20. Grad nördlicher Breite angenommen werden. Die Grenzen der natürlichen synoptischen Gebiete weichen in Januar und Juli voneinander ab, so dass im Januar der 90. Grad östlicher Länge, der 165. Grad westlicher Länge und der 50. Grad westlicher Länge, bzw. im Juli der 75. Grad östlicher Länge und der 160. und 50. Grad westlicher Länge als Grenze betrachtet werden dürfen. In den einzelnen Jahren sind diese Grenzen allerdings gewissen Schwankungen unterworfen.

Der Umstand, dass natürliche synoptische Vorgänge von einem gewissen Typ während des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes in der Troposphäre verharren, wird durch die entsprechende Verteilung des thermobarischen Feldes verursacht. Die geographische Verteilung des thermobarischen Feldes bleibt zwar während des natürlichen Zeitabschnittes unverändert, doch ändert sich allmählich die Intensität des Feldes. Als Folge dieser Veränderung wandelt sich das den laufenden Zeitabschnitt charakterisierende Feld plötzlich um, wobei sich gleichzeitig ein neues, dem neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt entsprechendes Deformationsfeld ausbildet.

Der natürliche synoptische Zeitabschnitt besteht aus elementaren synoptischen Vorgängen, die dadurch gekennzeichnet sind, dass die Richtung der kalten und warmen Hauptströmungen im Raume des natürlichen synoptischen Gebietes die gleiche bleibt, und dass sich auch das Vorzeichen des barischen Feldes nicht verändert. Die Dauer der elementaren synoptischen Vorgänge beträgt im allgemeinen 2 bis 3 Tage. Während dem natürlichen synoptischen Zeitabschnitt können 1 bis 3 elementare synoptische Vorgänge beobachtet werden. Wenn beispielsweise in den Gebieten des Atlantischen Ozeans während des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes eine Zyklonenverlagerung in östlicher Richtung beobachtet werden kann, dann ist für den ersten elementaren synoptischen Vorgang über dem gegebenen Gebiet charakteristisch, dass sich die Warmluft in östlicher Richtung ausbreitet; in dem zweiten elementaren synoptischen Vorgang zieht kalte Luft auf der Rückseite der Zyklone gegen Süden, während der dritte elementare synoptische Vorgang dadurch gekennzeichnet ist, dass sich neue Zyklonen nach Osten verlagern, an deren südlicher Flanke wiederum Warmluft nach Osten zieht. Den elementaren synoptischen Vorgängen kommt keine langfristig-prognostische Bedeutung zu.

Im natürlichen synoptischen Zeitabschnitt gelangt das Verharren des Zirkulationstyps in der bestimmten Richtung der Antizyklonen- und Zyklonenverlagerung zum Ausdruck, die von einer geographischen Lokalisierung der antizyklonalen und zyklonalen Felder begleitet wird. Dies ist klar aus der hier vorgeführten, den natürlichen synoptischen Zeitabschnitt zwischen dem 19.—25. und 26.—30. VIII. 1954 darstellenden kinematischen Sammelkarte ersichtlich (Abb. 1).

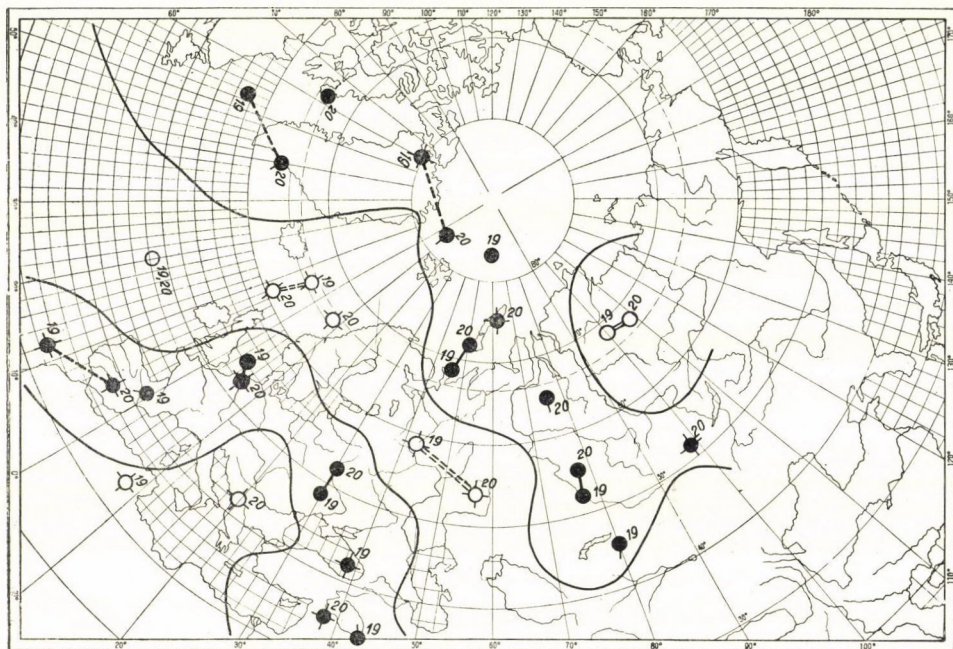


Abb. 1. Kinematische Sammelkarte der natürlichen synoptischen Periode 19.—20. VIII. 1954

Auf der kinematischen Sammelkarte ist die tägliche Lage der Zyklonen- und Antizyklonenkerne, der Rinnen und Rücken durch internationale Zeichen kenntlich gemacht, die entsprechend durch Linien miteinander verbunden sind. Die Zyklonengebilde sind durch dicke gestrichelte Linien, die Antizyklonengebilde durch dünne gestrichelte Doppellinien bezeichnet.

Über der Nordsee und Skandinavien sind im ersten synoptischen Zeitabschnitt antizyklonale Gebilde zu sehen, die sich im allgemeinen gegen Süden und ein wenig gegen Südosten verlagern. Deswegen erstreckt sich die Hochdruckzone auf den europäischen Teil der Sowjetunion, auf den Ural und weiter auf Kasachstan.

Von den süduralischen Gebieten verlagert sich ein Hochdruckkern auf den Balchaschsee. Die Zyklonen über dem Atlantischen Ozean bewegen sich

in nordöstlicher Richtung. Von der Nordsee verlagern sich Zyklonen nach Süden gegen Deutschland und nach Norden gegen Frankreich, ihr System umfasst auch die von der Pyrenäenhalbinsel kommende Randzyklone. Über der Ukraine und Weissrussland schlagen die Zyklonen im allgemeinen eine nördliche Richtung ein, während sich die Zyklonen über der Barents- und Kara-See in nordöstlicher Richtung fortpflanzen. Zu ihrem System gehört auch die grönländische Randzyklone.

In jene Gebiete des untersuchten Raumes, in denen sich Antizyklonenzentren befinden, gelangen keine Zyklonenzentren. In den mit punktierten Linien markierten Gebieten war das barische Feld nicht stabil, so dass es nach internationaler Gepflogenheit mit einer gestrichelten Linie dargestellt wird. Diese Veränderungen des barischen Feldes gehören zu den elementaren synoptischen Vorgängen.

Der natürliche synoptische Zeitabschnitt besitzt mehrere Eigenschaften, die bei der Aufstellung der langfristigen Wettervorhersage verwendet werden. Die eine dieser Eigenschaften ist, dass im Laufe des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes die Richtung des Vorganges sowie die geographische Verteilung der Zentren der zyklonalen und antizyklonalen Gebilde im Raum des natürlichen synoptischen Gebietes unverändert bleiben.

Es hat sich erwiesen, dass die Vorgänge, die sich in den als Tendenz des Abschnitts bezeichneten ersten zwei Tagen ausbilden, hinsichtlich der Richtung und Verteilung des barischen Feldes ziemlich charakteristisch für die Vorgänge während des ganzen Zeitabschnittes sind. Dieser Satz wird durch die hohen Korrelationskoeffizienten (0,703 und 0,753) bestätigt, die sich in der Unverändertheit des Charakters des barischen Feldes auf den kinematischen Sammelkarten über die natürlichen synoptischen Zeitabschnitte und über die diesen entsprechenden Abschnittstendenzen sowie auf den AT-500-Karten zeigen.

Ein Vergleich zwischen der kinematischen Sammelkarte der Tendenz (19.—20. VIII. 1954) und der kinematischen Sammelkarten des gesamten natürlichen synoptischen Zeitabschnittes (19.—26. VIII. 1954) bestätigt in anschaulicher Weise die Richtigkeit der erörterten prognostischen Sätze (Abb. 1 und 2).

Zur Bestimmung jenes Zeitraumes, in dem eine atmosphärische Zirkulation eines bestimmten Typs beobachtet werden kann, wird eine andere Eigenschaft des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes benutzt. Das Wesen dieser Eigenschaft besteht darin, dass die Dauer des Abschnittes nahezu konstant ist.

Die mittlere Dauer des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes beläuft sich auf 6 Tage, doch dauern die meisten (92,5%) 5 bis 7 Tage. Synoptische Zeitabschnitte von 4 oder 9 Tagen sind selten.

Es wurde festgestellt, dass innerhalb derselben Jahreszeit die Dauer der natürlichen synoptischen Zeitabschnitte mehr oder minder konstant ist, dass sie von der Dauer der angrenzenden Zeitabschnitte höchstens um 2 Tage abweicht,

wobei aber die Mehrzahl der angrenzenden Abschnitte bloss einen Unterschied von 1 Tag aufweist.

Im allgemeinen beginnt der natürliche synoptische Zeitabschnitt sowohl auf Grund der Boden- als auch der Höhenkarten zum gleichen Zeitpunkt. Es kann vorkommen, doch nur in seltenen Fällen, dass er auf der synoptischen Bodenkarte einen Tag früher als auf der Höhenkarte beginnt. Doch ist auch die umgekehrte Situation möglich, wenn der natürliche synoptische Zeitabschnitt um

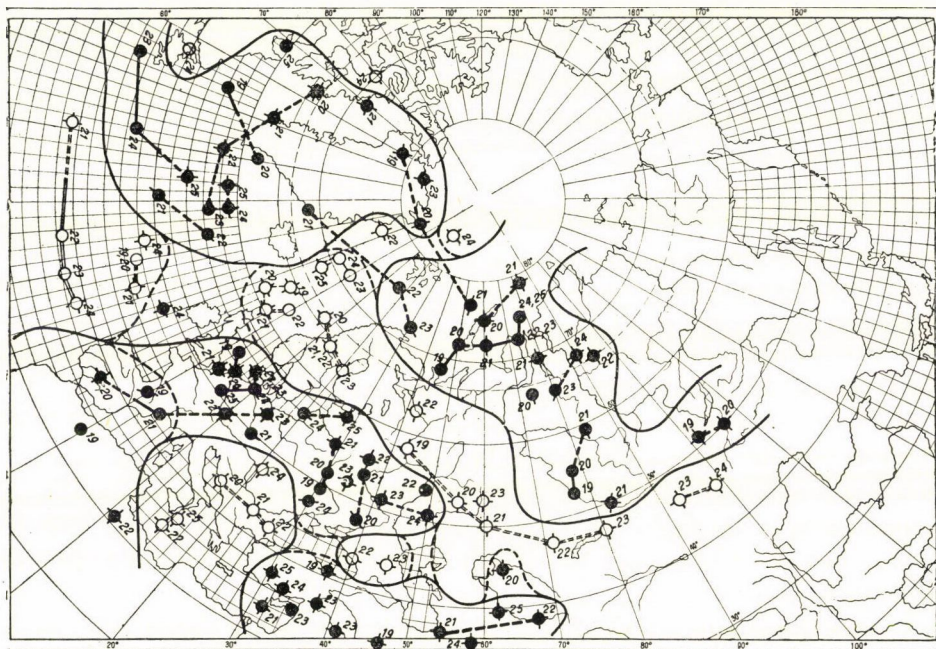


Abb. 2. Kinematische Sammelkarte der natürlichen synoptischen Periode 19.—25. VIII. 1954

einen Tag früher als auf Grund der Bodenkarten beginnt. Der ungleichzeitige Anfang des Abschnittes lässt sich dadurch erklären, dass die Veränderung der Vorgänge in der unteren und oberen Hälfte der Troposphäre zuweilen nicht gleichzeitig vor sich geht.

Die Zeitdauer der hier besprochenen Zeitabschnitte beträgt in dem einen Fall 7, in dem anderen 5 Tage. Die übrigen Augustabschnitte dauerten 6 Tage.

Von dem Gesichtspunkt des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes ist es zweckmässig, die Vorgänge der unteren Troposphärenhälfte an Hand der Karten der 500-mb-Fläche zu analysieren, denn auf dieser Fläche sind die Höhenänderungen (Isallohypsen) grösser als auf der 700-mb-Fläche.

Um die Vorgänge in natürliche synoptische Zeitabschnitte zu unterteilen, muss jenes Deformationsfeld erforscht werden, das künftig den ganzen Zeit-

abschnitt charakterisieren wird. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass auf den Tendenzmittelkarten der 500-mb-Fläche jene Höhenzyklonen und -antizyklonen, denen auf der Tendenzmittelkarte der 500/1000-mb-Topographie derselben Periode warme und kalte Zentren entsprechen, im Laufe der ganzen Periode in ihrer Lage verharren und die Komponenten des den ganzen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt kennzeichnenden Deformationsfeldes darstellen. Das durch diese Komponente gebildete Höhendeformationsfeld wird das Höhendeformationsfeld des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes genannt.

Die meisten Komponenten bleiben im Laufe des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes nahezu unverändert. Ein gewisser Teil jener Komponenten, die am ehesten die Randgebilde der über mehrere Zentren verfügenden bari-schen Höhegebiete bilden, kann sich jedoch über eine bedeutende Entfernung verschieben. Trotz alledem verändern sich die sich verlagernden Komponenten des Deformationsfeldes des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes nur in unbedeutendem Ausmass, und das Höhendeformationsfeld erleidet nur in wenigen seltenen Fällen in irgendeinem Teil des natürlichen synoptischen Gebietes eine Veränderung, während es in dem übrigen grösseren Teil unverändert bleibt.

Untersucht man die Tendenzmittelkarten der AT-500-mb und der RT-500/1000-mb des Zeitabschnittes vom 19. bis 20. VIII. 1954, so ist ersichtlich, dass die Zyklonen über der Nordsee, den Karpaten, dem südlichen Teil Westsibiriens und der Barents-See als zyklonale Komponenten anzusprechen sind. Diesen hier angeführten Zyklonen entsprechen Kältezentren. Als antizyklonale Komponente ist dagegen die Antizyklone über der mittleren Wolga und dem Grenzgebiet von Krasnojarsk zu betrachten, weil diese ein selbständiges Wärmezentrum besitzt.

Das Höhendeformationsfeld des Zeitabschnittes selbst ändert sich ständig, während seine Komponenten, obwohl sie sich in einem gewissen Ausmass bewegen, dennoch in ihrer Lage verharren. Im Laufe des Zeitabschnittes kann sich der Hochdruckrücken anfangs etwas abschwächen, nachher erstarkt er, um später wieder schwächer zu werden. Ähnlich ist auch die Lage in bezug auf die Tiefdruckrinne. Zu Beginn des Zeitabschnittes füllt sie sich etwas aus, in den folgenden Tagen vertieft sie sich, um sich dann wieder auszufüllen. Diese Änderung des Höhendeformationsfeldes, bei der seine Komponenten unverändert bleiben, steht im allgemeinen mit den elementaren synoptischen Vorgängen im Zusammenhang.

Zur Analyse dieser Vorgänge und zu den prognostischen Richtlinien bedient man sich jener Isallohypsen, die den zahlenmässigen Unterschied zwischen der 500-mb-Fläche in der Tendenz des laufenden und der des vorhergegangenen natürlichen synoptischen Zeitabschnittes ausdrücken. Die Isallohypsenkarte der Tendenz des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes zeigt, in welchen Gebieten und in welchem Ausmass sich die 500-mb-Fläche in der Tendenz des laufenden

Abschnittes im Vergleich zum vorhergehenden Zeitabschnitt geändert hat. Die negativen Isallohypsen weisen darauf hin, dass die 500-mb-Isobarenfläche in der Tendenz des neuen Zeitabschnittes im Vergleich zu der des vorhergehenden Abschnittes gesunken ist. Wenn im neuen Abschnitt eine Höhenzyklone am Ort des Rückens des alten Zeitabschnittes entstanden ist, können in diesem Gebiet auf der Isallohypsenkarte negative Isallohypsenzentren beobachtet werden (s. Beispiel auf den Karten).

Die positiven Isallohypsen zeigen, in welchen Gebieten die Höhen zugenommen haben (s. Beispiel auf den Karten). Die auf den Abend des zweiten Tages des Zeitabschnittes bezügliche Isallohypsenkarte zeigt, auf welchen Gebieten und in welchem Ausmass sich die Höhen im Laufe des zweiten Abends im Vergleich zu der Tendenz des laufenden Abschnittes verändert haben. Die Isallohypsenwerte des zweiten Abends stellen den interdiurnen Verlauf der Höhenänderungen dar, darum werden jene positiven Isallohypsen, die 4 dkm nicht übersteigen, bei unseren prognostischen Folgerungen nicht in Betracht gezogen.

Die Isallohypsen des zweiten Abends zeigen die Veränderung in der absoluten Topographien der 500-mb-Fläche gegenüber der Abschnittstendenz des zweiten Abends. Die Isallohypsenkarte des dritten Tages des Zeitabschnittes zeigt, in welchen Gebieten und in welchem Ausmass sich der AT-500-mb-Wert am dritten Tag des Zeitabschnittes im Vergleich zu der Tendenz des laufenden Abschnittes verändert hat.

Wenn man die atmosphärischen Vorgänge in natürliche synoptische Zeitabschnitte gliedert, stützt man sich hierbei auf die im Laufe der Analyse der synoptischen Boden- und Höhenwetterkarten, der kinematischen Sammelkarten, der Isallohypsenkarten beobachteten Gesetzmässigkeiten. Zuerst werden auf Grund der AT-500-mb- und RT-500/1000-mb-Karten der natürlichen synoptischen Abschnittstendenz jene Zyklonen und Antizyklonen bestimmt, denen selbständige thermische Zentren entsprechen. Diese barischen Gebilde sind Komponenten des Höhendeformationsfeldes des Zeitabschnittes.

Der neue natürliche synoptische Zeitabschnitt setzt mit der Umgestaltung des Höhendeformationsfeldes ein. Diese Umgestaltung wird durch die Vernichtung einer oder mehrerer Komponenten des Deformationsfeldes und durch die Ausbildung von einem oder mehreren, über selbständige thermische Zentren verfügenden neuen barischen Gebilde gekennzeichnet.

Die Veränderungen des Höhendeformationsfeldes, die den Beginn eines neuen synoptischen Zeitabschnittes bedeuten, werden in drei Gruppen geteilt:

1. Das Deformationsfeld des alten Zeitabschnittes löst sich auf, und es bildet sich aus neu entstandenen Komponenten ein neues Deformationsfeld aus.

2. Eine Komponente des Deformationsfeldes löst sich beim Abschnittswechsel auf, und an ihrer Stelle entsteht ein barisches Gebilde mit demselben

Vorzeichen. Die übrigen Komponenten des Deformationsfeldes bleiben bestehen und verändern nur wenig ihre geographische Lage.

3. Eine Komponente des Höhendeformationsfeldes löst sich auf und an ihrer Stelle entsteht eine neue Komponente mit einem anderen Vorzeichen. Die übrigen Komponenten bilden sich in anderen Gebieten als die Komponenten des Deformationsfeldes des vorhergehenden Zeitabschnittes aus. Die Umgestaltung des Deformationsfeldes eines Zeitabschnittes ist aus den für jeden

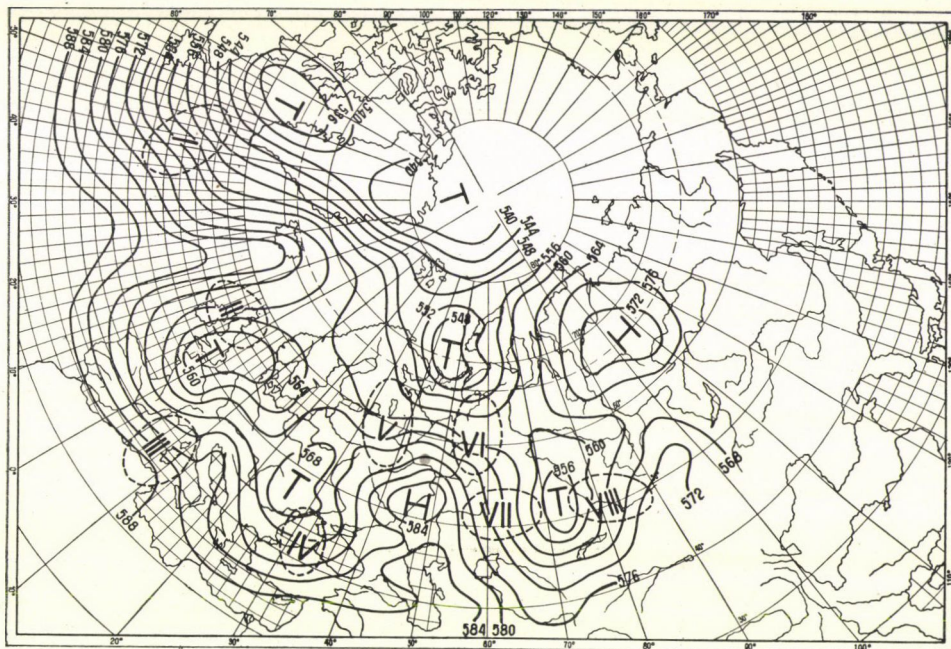


Abb. 3. Mittelkarte der AT-500-mb für die Tendenz des Zeitabschnittes 19.—20. VIII. 1954. I. Divergenz : Zyklone. II. Konvergenz : Kern. III. Divergenz : Randzyklone. IV. Divergenz : Randzyklone. V. Konvergenz : Kern. VI. Divergenz : Randzyklone. VII. Konvergenz. VIII. Divergenz : Randzyklone

beliebigen Zeitpunkt der Beobachtungen angefertigten Karten ersichtlich. Der Beginn des Zeitabschnittes wird jedoch stets von der auf 05 Uhr (bei der Bodenkarte auf 03 Uhr) Moskauer Zeit bezüglichen nächsten Karte gerechnet.

Bei der Umgestaltung des Deformationsfeldes verändert sich über der Erdoberfläche die Richtung der Zyklonen- und Antizyklonenbewegung und meistens auch die geographische Verteilung der zyklonalen und antizyklonalen Gebildezentren.

Es seien nun auf der Abschnittstendenzkarten vom 19.—20. und 26.—27. VIII. 1954 dargestellten Charakteristika der Abschnittsänderungen untersucht (Abb. 3, 4, 5, 6). Der neue Zeitabschnitt vom 26.—27. August begann damit,

dass die zyklonale Komponente über der Nordsee verschwand und sich über dem Mittelländischen Meer eine neue zyklonale Komponente bildete. Diese Zyklone ist auf der Karte der AT-500-mb gut sichtbar; auf der Abschnittstendenzkarte der relativen Topographien der 500/1000-mb-Flächen besitzt sie ein selbständiges Kältezentrum (Abb. 5 und 6). Die zyklonalen Komponenten verschwanden dann über der Balkanhalbinsel und dem südlichen Teil Westsibiriens, während sich die antizyklonale Komponente über dem nördlichen

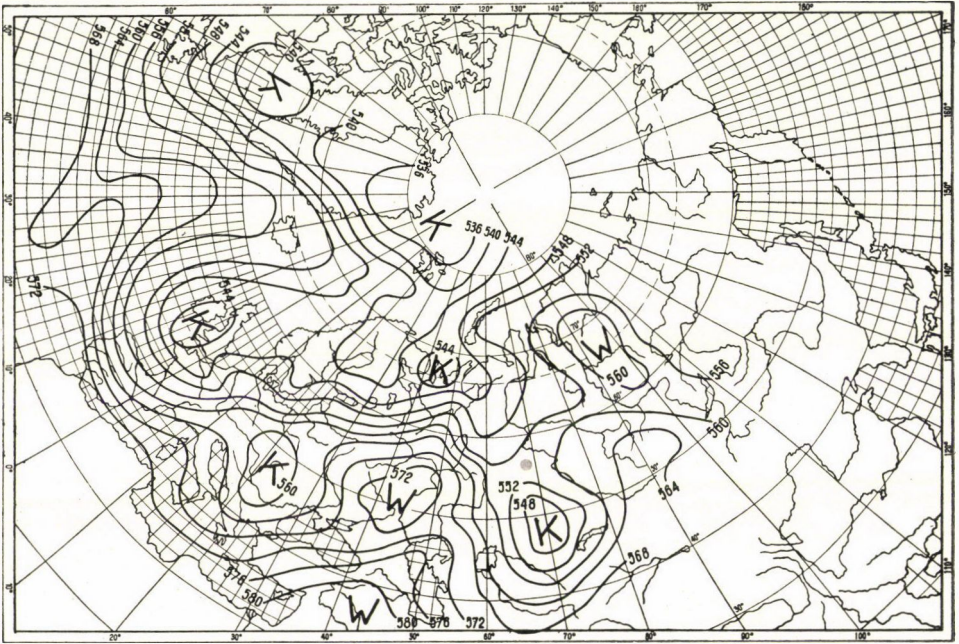


Abb. 4. Mittelkarte der RT-500/1000-mb für die Tendenz des Zeitabschnittes

Teil des Grenzgebietes von Krasnojarsk auflöste und sich eine neue zyklonale Komponente über dem unteren Lauf des Ob bildete.

Nach der synoptischen Bodenkarte und der kinematischen Sammelkarte des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes besteht das Zeichen des Anfangs eines neuen Zeitabschnittes darin, dass sich die Entwicklungsrichtung der synoptischen Vorgänge verändert.

Es genügt, einen Blick auf die kinematischen Sammelkarten und auf die Abschnittstendenzkarten der natürlichen synoptischen Zeitabschnitte vom 19.—25. und 26.—30. VIII. 1954 zu werfen, um zu erkennen, wie scharf sich die Richtung des Höhenfeldes und der Vorgänge von einem Zeitabschnitt zum anderen geändert hat. Während sich die Zyklonen im ersten Abschnitt über dem nördlichen Teil des Atlantischen Ozeans in nordöstlicher Richtung verlagerten, bewegen sie sich im nächsten Zeitabschnitt ostwärts und gelangen bis

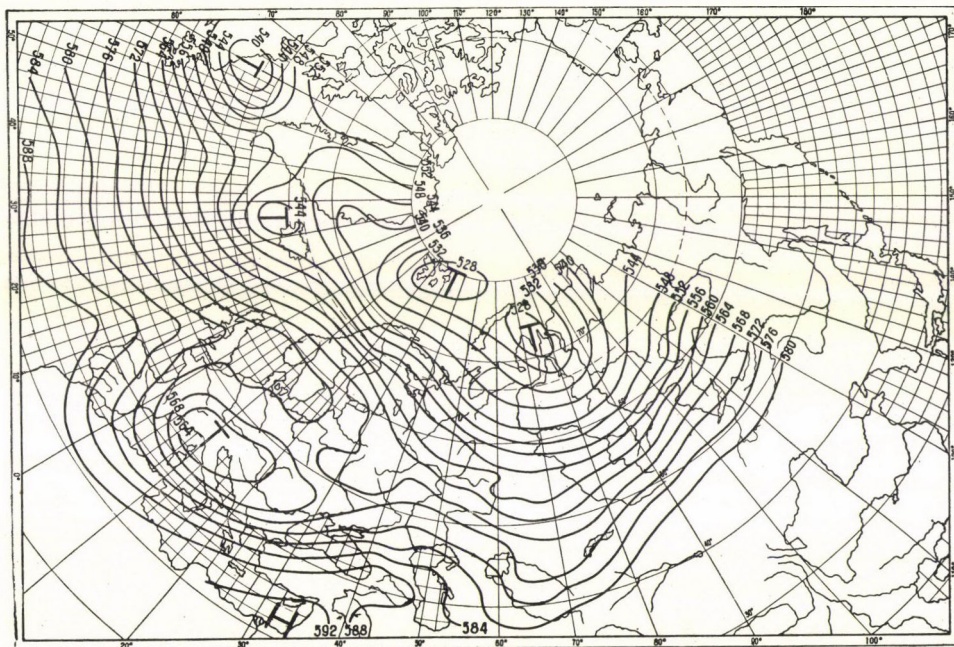


Abb. 5. Mittelkarte der AT-500-mb für die Tendenz des Zeitabschnittes 26.—27. VIII. 1954

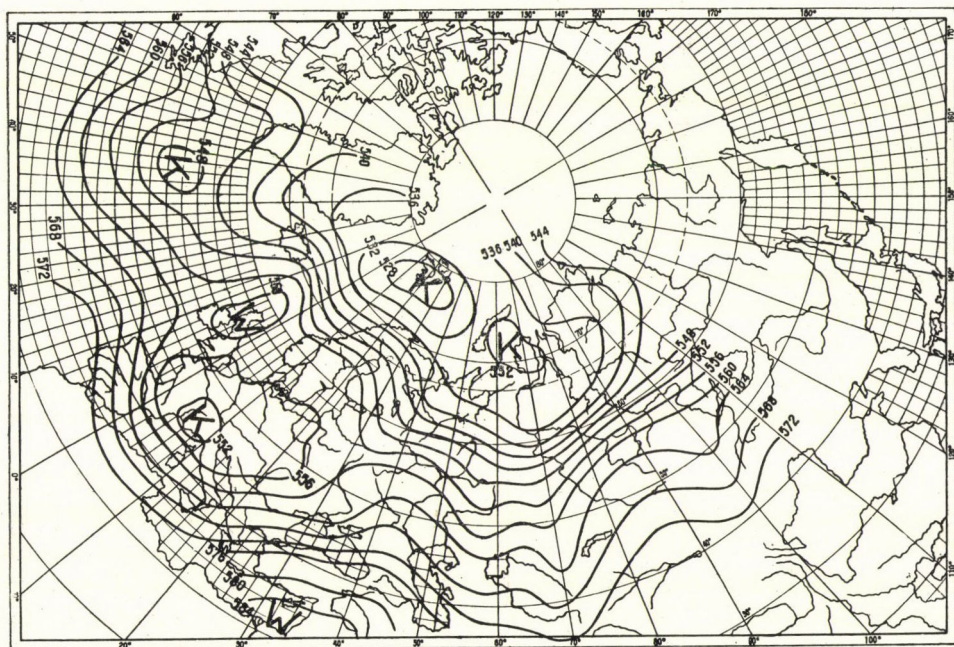


Abb. 6. Mittelkarte der RT-500/1000-mb für die Tendenz des Zeitabschnittes 26.—27. VIII. 1954

zur Nordsee, und von der Skandinavischen Halbinsel bis zur Barents- und Kara-See, sowie bis zum unteren Lauf des Ob. Im zweiten Zeitabschnitt verlagerten sich die Zyklonen von der Ukraine und der Baschkirischen Republik gegen Osten, während sie sich im ersten Zeitabschnitt im allgemeinen gegen Norden bewegten.

Zu Beginn eines neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnittes verändert sich im allgemeinen das Vorzeichen der Verteilung der barischen Felder, da auf der kinematischen Tendenzsammelkarte der angrenzenden natürlichen synoptischen Zeitabschnitte der Korrelationskoeffizient der Vorzeichenverteilung der barischen Felder nur 0,265 beträgt. Nach den kinematischen Sammelkarten offenbart sich der Anfang eines neuen synoptischen Zeitabschnittes darin, dass Antizyklonenzentren im zyklonalen Feld oder Zyklonenzentren im antizyklonalen Feld erscheinen.

Aus den oben untersuchten Sammelkarten ist es klar ersichtlich, dass über der Nordsee und Skandinavien, ferner über Kasachstan und der Balkanhalbinsel das antizyklonale Feld durch ein zyklonales Feld abgelöst wurde. Das zyklonale Feld des ersten Zeitabschnittes hatte sich über der Nordsee und dem westlichen Teil des europäischen Kontinents in ein antizyklonales Feld verwandelt.

Beim Wechsel des Zeitabschnittes können, ähnlich den obenerwähnten Veränderungen des Höhendeformationsfeldes, hauptsächlich dreierlei Umgestaltungen des bodennahen Deformationsfeldes beobachtet werden.

Die Bestimmung der Abschnittsgrenzen erfolgt ausser mit dem schon angeführten Material auch mit Hilfe der Isallohypsenkarten. Auf den Karten der einzelnen Tage des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes bleibt die Verteilung der positiven und negativen Isallohypsen im Laufe der ganzen Periode praktisch unverändert. Beim Wechsel des Zeitabschnittes verändert sich jedoch plötzlich die Verteilung und die Intensität der Isallohypsenzentren. Am Anfang des neuen Abschnittes können die unten bezeichneten drei Fälle beobachtet werden:

1. Es verschwindet das alte Hauptzentrum (oder Zentren) und es entstehen neue, die mit einer Veränderung der Isallohypsenverteilung einhergehen.

2. Die geographische Lage der Isallohypsen verändert sich nur geringfügig, doch löst sich in jenem Gebiete, wo vornehmlich durch Isallohypsen gleichen Vorzeichens charakterisierte Tage waren, das alte Zentrum auf und es bildet sich ein neues aus.

3. Am Anfang des Zeitabschnittes bleibt die geographische Verteilung der Isallohypsen praktisch unverändert, es bildet sich kein neues Zentrum aus, die alten Isallohypsenzentren bleiben erhalten, dagegen verändert sich ihr zahlenmässiger Wert auffällig. Wenn im gegebenen Fall auch nur ein einziges quasistationäres Isallohypsenzentrum erstarkt, wird es zu Beginn des neuen Zeitabschnittes plötzlich schwächer werden (um mindestens 8 dkm).

Da nun der Anfang des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes genau bestimmt wurde, ist es möglich, auf Grund der Tendenz dieses Zeitabschnittes die Prognose für die Entwicklung des Grosswettergeschehens für die übrigen Tage des Abschnittes und für den ganzen nächsten Abschnitt aufzustellen.

Die Entwicklung der Vorgänge kann für die übrigen Tage des laufenden Zeitabschnittes mit Hilfe der kinematischen Tendenzsammelkarten, der laufenden Boden- und Höhenkarten, der Karten der AT-500-mb der Abschnittstendenz und der Isalloypsenkarten vorhergesagt werden.

Die auf den neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt bezüglichen prognostischen Richtlinien lassen sich durch Analyse der Monatsmittelkarten der Abschnittstendenz für die 500-mb-Fläche und der Isalloypsenkarten der Abschnittstendenz erhalten. Bevor die auf den neuen Abschnitt bezüglichen prognostischen Angaben ermittelt werden, sind die im laufenden Zeitabschnitt zu gewärtigenden kleinen Veränderungen des Höhenfeldes auf Grund der Analyse der Abschnittstendenz zu bestimmen.

Es sind also mehrere Gesetzmässigkeiten bekannt, mit deren Hilfe sich ermitteln lässt, wie sich die barischen Gebilde im neuen Zeitabschnitt gestalten werden. Zur Vorhersage kann man sämtliche Frontalzonen sowie das Deformationsfeld benutzen. Auf Grund der Konvergenzzonen der Isohypsen sowie der positiven Isalloypsen kann auf die Ausbildung der antizyklonalen Gebilde gefolgert werden, während die Divergenzzonen der Isohypsen zusammen mit den negativen Isalloypsen auf die Ausbildung zyklonaler Gebilde hinweisen. Wenn z. B. der Konvergenz der Isohypsen ein positives Isalloypsenzentrum entspricht, dann ist in dem untersuchten Gebiet in der Tendenz des neuen Zeitabschnittes eine bodennahe Antizyklone zu gewärtigen. Wenn hingegen der Konvergenzzone der Isohypsen ein peripheres Zentrum der positiven Isalloypsen oder die Isalloyypse Null entspricht, dann ist im Falle der dem Hochdruckgebiet entsprechenden positiven Isalloypsen und der dem Tiefdruckgebiet entsprechenden negativen Isalloypsen während des neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnittes in dem untersuchten Gebiet ein Kern oder ein Rücken zu erwarten.

In gleicher Weise lässt ein Zusammentreffen der Divergenz der Isalloypsen mit negativen Isalloypsen den Schluss zu, dass in der Tendenz des neuen Zeitabschnittes Zyklonengebilde an der Erdoberfläche zu erwarten sind. Ausserdem gibt das zusammen mit der bestimmten Isalloypsenlage untersuchte Deformationsfeld der Tendenz des laufenden natürlichen synoptischen Zeitabschnittes selber einen Hinweis auf die Art der Umgestaltung des Höhenfeldes und auf die neuen barischen Gebilde, die sich im neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt ausbilden werden.

Eine ergänzende prognostische Richtlinie wird man erhalten, wenn man die Untersuchungsergebnisse vom Gesichtspunkt der durch die verschiedenen Vorgangstypen und durch die Witterungsverhältnisse gekennzeichneten natür-

lichen synoptischen Zeitabschnitte anwendet. Zu den obenerwähnten gehören die für die Entwicklung der zentralen Zyklonen und der quasistationären Antizyklonen charakteristischen Grosswetterbedingungen sowie die Grosswetterbedingungen des Auftretens von südlichen Zyklonen und des Eintritts einer Regenperiode.

Auf Grund der Grosswettervorgänge und der oben angeführten Eigenschaften der Witterung wird man prognostische Richtlinien erhalten, die zur Aufstellung der Wettervorhersage für den natürlichen synoptischen Zeitabschnitt und für die 3tägige Wetterprognose benutzt werden können.

Durch Analyse der Abschnittstendenzangaben wird man das Schema der voraussichtlichen Entwicklung der Grosswettervorgänge, auf dessen Grundlage dann die Wettervorhersage ausgearbeitet wird, für den ganzen neuen Zeitabschnitt aufstellen.

Steht eine genügend grosse Anzahl von Angaben zur Verfügung, so wird das Schema der im neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt zu gewärtigenden Vorgänge auf Grund der erhaltenen prognostischen Richtlinien angefertigt.

Ein vollständigeres Bild wird man sich von den im neuen Zeitabschnitt zu gewärtigenden Vorgängen bzw. von der Witterung machen können, wenn man eine Analogie zu jenen prognostischen Richtlinien findet, die man auf Grund der Analyse der Mittelkarten der AT-500-mb der laufenden Abschnittstendenz und der Isallohypsenkarten gewonnen hat. Der Grosswetterforscher, dem die Eigenschaften der Entwicklung der Vorgänge genau bekannt sind, kann in den meisten Fällen das Schema der voraussichtlichen Entwicklung der Vorgänge im neuen Zeitabschnitt auch dann aufstellen, wenn er die erhaltenen prognostischen Richtlinien ohne Analogien verwendet. Wenn der Grosswetterforscher ausserdem die bei den verschiedenen Grosswetterlagen herrschenden Eigenschaften der Witterung sowie die physikalischen und geographischen Eigenschaften des untersuchten Gebietes eingehend untersucht hat, dann kann er die auf den neuen Zeitabschnitt bezügliche Wettervorhersage auch ohne Benutzung von Analogien ausarbeiten.

Bei der Aufstellung der Prognose für den natürlichen synoptischen Zeitabschnitt wird die Analogie folgendermassen ausgewählt: man wählt den analogen Vorgang zu den Vorgängen der Tendenz des laufenden Zeitabschnittes so aus, dass das analoge Paar die natürliche synoptische Abschnittstendenz darstellt. Die Vorgänge in der Analogie sollen so beschaffen sein wie diejenigen, die in den übrigen Teilen des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes zu erwarten sind. Was die Vorgänge des neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnittes betrifft, so müssen sie in der Analogie jenen prognostischen Richtlinien entsprechen, die durch Analyse der auf die laufende Abschnittstendenz bezüglichen Mittelkarten der AT-500-mb und der Isallohypsenkarten erhalten wurden. Die analogen Vorgänge sind womöglich in der entsprechenden Jahreszeit zu wählen, obgleich sie in jeder beliebigen Jahreszeit vorkommen. Der Zeitpunkt der zur

Ausarbeitung der Wettervorhersage benutzten Analogie darf höchstens um 1 bis 2 Wochen vom Zeitpunkt des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes abweichen. Im entgegengesetzten Fall sind in den auf Grund der Analogie aufgestellten Wettervorhersagen klimatologische Korrekturen vorzunehmen.

Auf diese Weise wird zur Analyse der in den natürlichen synoptischen Zeitabschnitten vor sich gehenden Vorgänge folgendes Material verwendet:

- a) synoptische Boden- und Höhenkarten;
- b) kinematische Sammelkarten der Tendenz und des ganzen Zeitabschnittes;
- c) Mittelkarten der AT-500-mb und der RT-500/1000 der Abschnittstendenz;
- d) Isallohypsenkarten, u. zw. die Isallohypsenkarte der Tendenz des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes, die Isallohypsenkarte des Abends des zweiten Tages des Abschnitts und die Isallohypsenkarte des dritten Tages.

Es sei nun das Beispiel einer Prognose untersucht, die auf Grund der Abschnittstendenz vom 19.—20. VIII. 1954 für die übrigen Tage des Abschnitts und für den folgenden natürlichen synoptischen Abschnitt aufgestellt wurde. Vorerst überzeugte man sich davon, dass der natürliche synoptische Zeitabschnitt tatsächlich am 19. August begonnen hat. Dazu verfolgte man die Entwicklung des Höhendeformationsfeldes auf den Tageskarten. Laut der Karte von 05 Uhr am 19. VIII. hat sich das Deformationsfeld umgewandelt, da über der Nordsee eine abgesonderte Zyklone entstand, der auf der Karte der RT-500/1000-mb ein Kältezentrum entspricht. Auf der Karte der AT-500-mb des 18. VIII. erschien im Höhentrog, dessen Zentrum sich über Skandinavien befand, im Raum der Britischen Inseln eine Randzyklone. Diese Zyklone war jedoch nicht isoliert (selbständig) und besass kein entsprechendes Kältezentrum.

Es sei vorausgesetzt, dass die abgesonderte Zyklone über der Nordsee die Komponente des Höhendeformationsfeldes des am 19. August beginnenden synoptischen Zeitabschnittes ist. Mit der Entstehung der obenerwähnten Zyklone bildete sich ein neues Höhendeformationsfeld aus. Auf Grund der beobachteten Verlagerung der barischen Gebilde kann angenommen werden, dass sich die Entwicklungsrichtung des Vorganges im Verhältnis zu dem am 13. VIII. beginnenden Zeitabschnitt verändert hat.

Es sei ferner auf Grund der Karte des 19. VIII. (03 Uhr) die Verlagerung der Zyklonen- und Antizyklonenzentren mit der Verlagerung des barischen Feldes auf der kinematischen Sammelkarte des am 13. VIII. beginnenden Zeitabschnittes verglichen. Es ist ersichtlich, dass das Zyklonenzentrum über der Ukraine in jenes Gebiet gerät, in dem sich auf der angeführten kinematischen Sammelkarte Antizyklonen verlagert haben. Auch in anderen Gebieten ist eine Anhäufung der Zentren zu beobachten.

Die auf Grund der Bodenkarten durchgeführte Analyse unterstützt also die Annahme, dass der natürliche synoptische Zeitabschnitt am 19. VIII. begonnen hat.

Werden die für die Abschnittstendenz des 8.—9. VIII. angefertigten Tagesisallohypsenkarten geprüft, so ist ersichtlich, dass die Zentren der negativen und positiven Isallohypsen im Vergleich zum 18. VIII. am 19. VIII. zwar ungefähr in denselben Gebieten verharrten, wobei sich jedoch die Intensität einiger von ihnen merklich veränderte. Über dem nördlichen Teil des Atlantischen Ozeans verstärkte sich das Zentrum der positiven Isallohypsen um 12 dkm.

Das andere Zentrum der positiven Isallohypsen über dem nördlichen Teil Westsibiriens schwächte sich dagegen um 9 dkm ab. Es wurde beobachtet, dass wenn sich die zentrale Intensität der Isallohypsen um mehr als 8 dkm verändert, dies zusammen mit sonstigen Zeichen auf den Anfang eines neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnittes hinweist.

Auf diese Weise bestätigte die Analyse der Boden- und Höhenkarten, dass der natürliche synoptische Zeitabschnitt am 19. VIII. begonnen hatte.

Am zweiten Tag des natürlichen Zeitabschnittes wird die kinematische Sammelkarte der Abschnittstendenz angefertigt (Abb. 1), die ein Bild über die Richtung der Entwicklung der synoptischen Vorgänge an den übrigen Tagen des laufenden synoptischen Zeitabschnittes und über die zu gewärtigende geographische Lage der antizyklonalen und zyklonalen Felder vermittelt. Ausserdem werden, um zu bestimmen, in welcher Richtung sich die barischen Gebilde im laufenden Zeitabschnitt verlagern, die auf den Morgen und den Abend des ersten Tages des beginnenden natürlichen synoptischen Zeitabschnittes bezüglichen Karten der AT-500-mb verwendet.

Am dritten Tag des Zeitabschnittes stehen dem Grosswetterforscher ausser den laufenden Boden- und Höhenkarten die kinematischen Sammelkarten der Abschnittstendenz, die Monatsmittelkarten der AT-500-mb und RT-500/1000-mb sowie die Isallohypsenkarten der Abschnittstendenz zur Verfügung, ferner sind ihm die Veränderungen der Isallohypsen und die Isallohypsen des Abends des zweiten Tages und die des dritten Tages bekannt.

Wenn man, um prognostische Richtlinien für den laufenden und den folgenden Zeitabschnitt zu erhalten, die Vorgänge zu analysieren beginnt, werden die Komponenten des Höhendeformationsfeldes des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes bestimmt (s. Abb. 3 und 4): den über der Nordsee, der Balkanhalbinsel, der Kasachischen Republik und dem südlichen Teil der Barents-See beobachteten Zyklonen entsprechen auf der Karte der RT-500/1000-mb selbständige Kältezentren. Folglich werden diese Zyklonen als die Komponenten des Höhendeformationsfeldes des Zeitabschnittes betrachtet. Diese Zyklonen werden im Laufe des ganzen Zeitabschnittes beständige barische Gebilde sein, bloss ihre Intensität und ihre Lage wird sich einigermassen ändern. Die antizyklonalen Komponenten des Höhendeformationsfeldes des Zeitabschnittes sind dagegen

die Antizyklen über dem Krasnojarsker Grenzgebiet und dem mittleren Lauf der Wolga, da sie ein selbständiges Wärmezentrum besitzen.

Die negativen Isallohypsenzentren der Abschnittstendenz fallen über der Barents-See, der Kasachischen Republik und der Balkanhalbinsel beinahe vollständig mit den Zyklonenzentren auf den Karten der AT-500-mb derselben Abschnittstendenz zusammen. Die oben bezeichneten Zentren weisen darauf hin, dass die Höhen in der Zeitspanne von der vorhergehenden Abschnittsten-

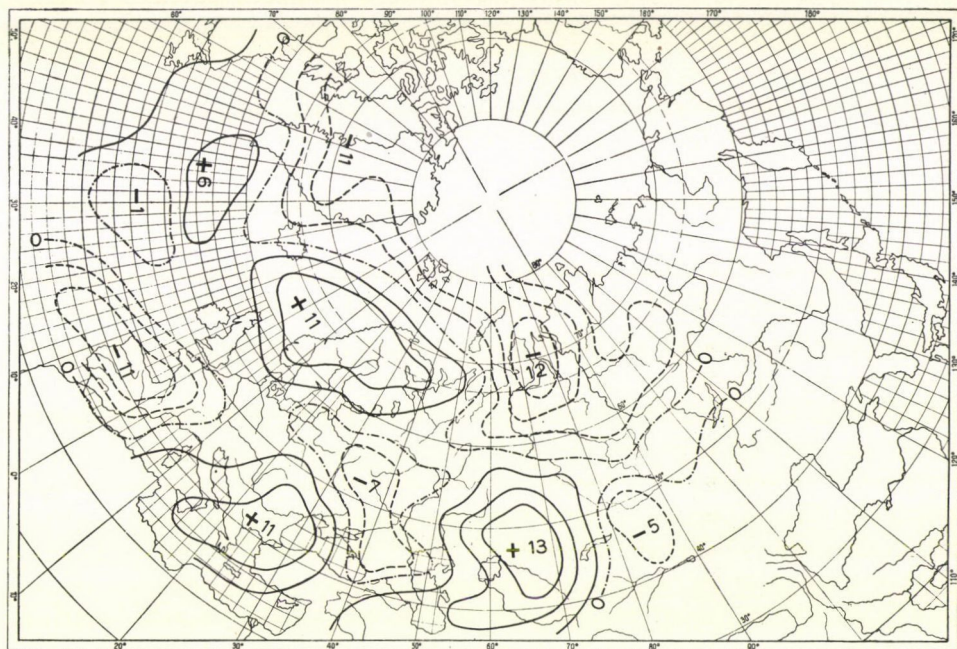


Abb. 7. Isallohypsen des zweiten Abends des Zeitabschnittes (19.—20.) 20. VIII. 1954

denz bis zur laufenden Abschnittstendenz abgenommen haben. Das sich über dem nördlichen Teil des Atlantischen Ozeans befindliche positive Isallohypsenzentrum entspricht einem Höhenrücken und weist darauf hin, dass sich in dem untersuchten Gebiet die Höhen in der laufenden Abschnittstendenz im Vergleich zu den vorhergegangenen gestiegen sind. Das Steigen der Höhen wurde auch im Gebiete der antizyklonalen Komponenten über dem nördlichen Teil Westsibiriens wahrgenommen.

Auf Grund der komplexen Analyse der Karte der AT-500-mb der Abschnittstendenz und der Isallohypsenkarte des zweiten Abends sowie des dritten Tages des Zeitabschnittes können die Veränderungen des Höhendeformationsfeldes im laufenden Zeitabschnitt bestimmt werden (Abb. 3, 7, 8). Über Nordwesteuropa, der Balkanhalbinsel und der Kasachischen Republik befinden sich

positive Isallohypsenzentren, die die Höhenzunahme anzeigen. Die negativen Isallohypsenzentren über Südwesteuropa, den zentralen Gebieten des europäischen Teils der Sowjetunion sowie über Westsibirien deuten die Abnahme der Höhen im laufenden Zeitabschnitt an.

Über den Karpaten und der Kasachischen Republik füllen sich die Zyklo-
nen aus, da mit ihnen positive Isallohypsenzentren konvergieren. Über Westsibirien löst sich die Antizyklone auf, während sich der südwestliche Teil der Zyklone über dem südlichen Raum der Barents-See ausfüllt.

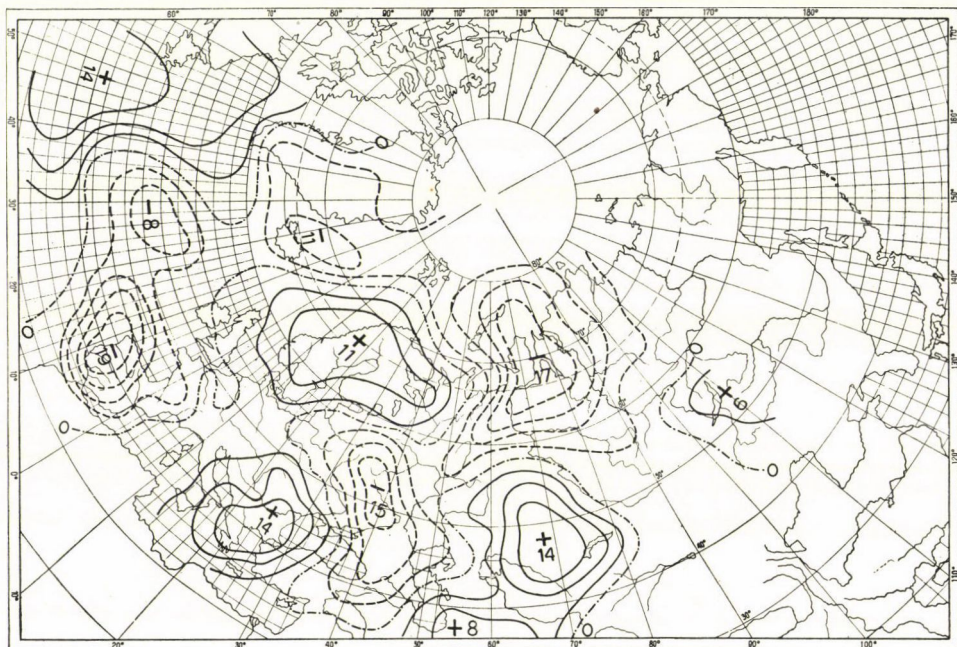


Abb. 8. Isallohypsen des dritten Abends des Zeitabschnittes (19.—20.) 20. VIII. 1954

Die prognostischen Richtlinien für den neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt erhält man durch die gemeinsame Analyse der Karte der AT-500-mb der Abschnittstendenz und der Isallohypsenkarte (Abb. 3 und 9). Wenn zu einer gewissen Assoziation der Isohypsenkonvergenzzonen und positiven Isallohypsen bzw. der Isohypsendivergenzzonen und negativen Isallohypsen die festgesetzten Schablonen angewandt werden, dann wird man für die im neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt an der Erdoberfläche zu gewärtigenden barischen Gebilde die nachstehenden Richtlinien erhalten.

Der Konvergenzzone der Isohypsen über dem nördlichen Teil der Britischen Inseln, die durch das Tief über der Nordsee und durch den sich gegen Island richtenden südlichen Hochdruckrücken gebildet wird, entsprechen auf der Isallohypsenkarte der Abschnittstendenz positive Isallohypsen. Nach der

bekannten Schablone ist folglich in dem untersuchten Gebiet, im neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt nahe der Erdoberfläche ein Kern oder ein Rücken zu erwarten. Über dem westlichen Teil des Mittelländischen Meeres fällt die Divergenz der Isohypsen mit der Null-Isallohypse zusammen, folglich ist in dem untersuchten Gebiet in der neuen Abschnittstendenz eine Rinne oder eine Randzyklone zu gewärtigen.

In der neuen Abschnittstendenz ist im Raume des Schwarzen Meeres eine

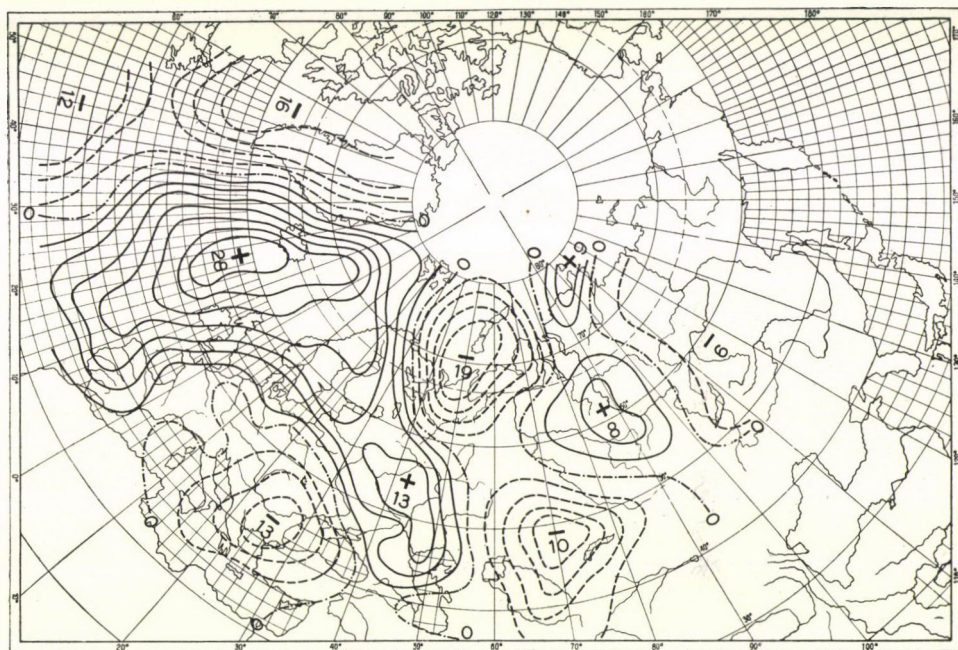


Abb. 9. Isallohypsen der Abschnittstendenz 13.—14.—19.—20. VIII. 1954

Randzyklone unterhalb der Divergenzzone der Isohypsen zu erwarten, der der Rand der negativen Isallohypsen der Abschnittstendenz entspricht.

Im Raum des Gebietes von Leningrad, unter den konvergierenden Isohypsen, zwischen der sich über dem südlichen Teil der Barents-See befindlichen Zyklone und dem sich über dem europäischen Teil der Sowjetunion hinstreckenden Rücken, denen die positiven Isallohypsen der Abschnittstendenz entsprechen, wird man einen Hinweis darauf finden, ob in der neuen Abschnittstendenz ein Kern oder ein Rücken zu erwarten ist.

Über dem Südrural, zwischen dem sich über den europäischen Teil der Sowjetunion hinziehenden Rücken und der über dem südlichen Teil Westsibiriens befindlichen Zyklone konvergieren die Isohypsen, welcher Lage der Rand des negativen Isallohypsenzentrum entspricht; infolgedessen wird man

aus dem Gebiet des obigen Raumes keine prognostischen Richtlinien für die Tendenz im neuen Zeitabschnitt erhalten. An der Ostflanke des westsibirischen Höhentiefs divergieren die Isohypsen, dem entspricht die Null-Isohypse, wobei das negative Isallohypsenzentrum mit dem Tiefdruckgebiet und das positive Isallohypsenzentrum mit dem Hochdruckrücken zusammenfallen. Die obenerwähnte Verknüpfung der Iso- und Isallohypsen gewährt einen Hinweis, ob im untersuchten Gebiet ein Trog oder eine Randzyklone zu erwarten ist.

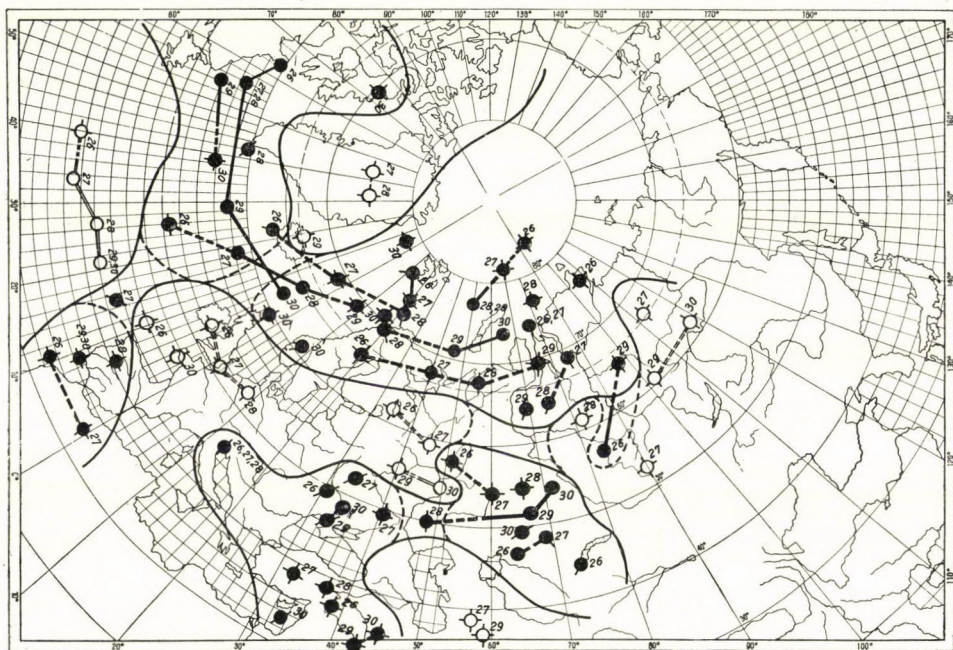


Abb. 10. Schema der für die Periode vom 22.—24. VIII. 1954 zu gewärtigenden synoptischen Vorgänge

Über der Kara-See entspricht der Isohypsendivergenz die Peripherie der negativen Isallohypsen der Abschnittstendenz, folglich ist in dem obigen Gebiet in der neuen Abschnittstendenz eine Randzyklone zu gewärtigen.

Auf diese Weise wurden also in der neuen Abschnittstendenz über der Erdoberfläche Hinweise auf die untenstehenden barischen Gebilde gewonnen: Randzyklone über dem westlichen Teil Islands; Kern oder Rücken in Gebiet der Britischen Inseln; Randzyklone über dem westlichen Teil des Mittelländischen Meeres und über dem Schwarzen Meer; Kern über dem Gebiet von Leningrad; Randzyklone über dem östlichen Teil Westsibiriens und über dem Ob-Busen.

Mit Rücksicht darauf, dass sich der vorhergehende Zeitabschnitt über 6 Tage erstreckte und die ihm vorangehenden Zeitabschnitte ebenfalls 6tägig waren, sei angenommen, dass auch die Zeitdauer des laufenden und der folgen-

den Zeitabschnitte 6 Tage betragen wird, d. h. die Prognose der Vorgänge und des Wetters wird für 9 Tage vom 22. bis 30. August aufgestellt.

Auf Grund der erhaltenen prognostischen Richtlinien wird das Schema der voraussichtlichen Entwicklung der synoptischen Vorgänge für den neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt angefertigt. Am dritten Tag (21. August) des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes wurde also für die übrigen Tage des Zeitabschnittes vom 22. bis 24. August, und für den neuesten Abschnitt zwischen dem 25. und 30. August das Schema der voraussichtlichen Entwicklung

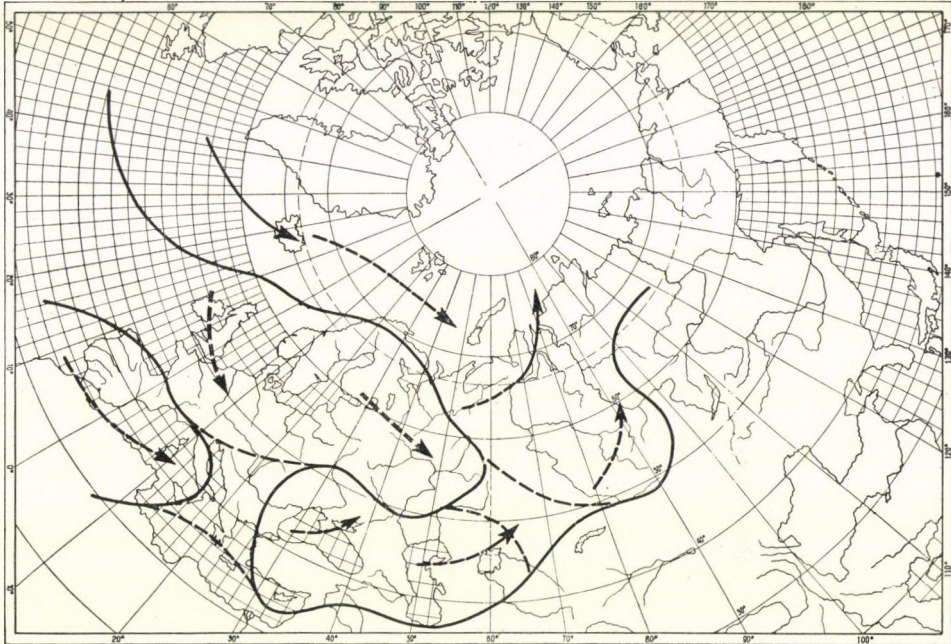


Abb. 11. Schema der für die Periode vom 22.—24. VIII. 1954 zu gewärtigenden synoptischen Vorgänge

der synoptischen Vorgänge aufgestellt. Diese Schemata werden hier in Abb. 10 und 11 veranschaulicht. Die auf den Karten befindlichen Zeichen sind die folgenden: ausgezogener Pfeil=Bahn von Randzyklonen, sich ausfüllenden Zyklonen oder Rinnen; gestrichelter Doppelpfeil=Bahn von Hochdruckkernen und sich auflösender Antizyklonen oder Rücken. Die Demarkationslinie wird mit einer kontinuierlichen schwarzen Linie bezeichnet. Der sich am Ende der Bahnen befindliche Pfeil deutet die Richtung der voraussichtlichen Verlagerung und jenes Gebiet an, in dem am letzten Tage der prognostizierten Periode ein barisches Gebilde zu gewärtigen ist. In dem am Ausgangspunkt der Bahnen gelegenen Gebiet ist das barische Gebilde am ersten Tag (oder in den ersten Tagen) des vorhergesagten Zeitraumes zu erwarten.

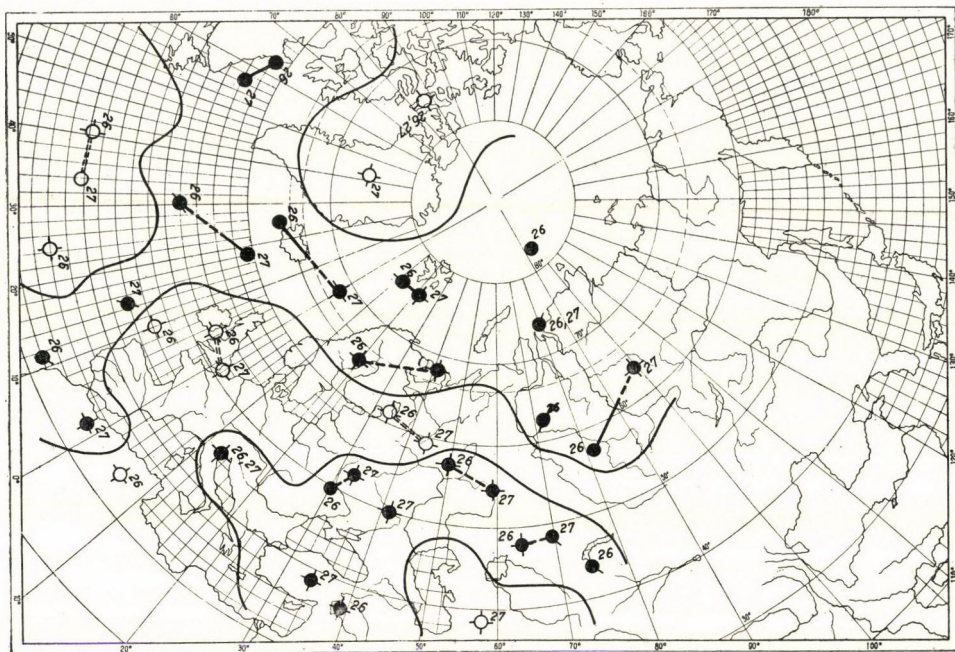


Abb. 12. Kinematische Sammelkarte für die Tendenz des Zeitabschnittes 26.—27. VIII. 1954

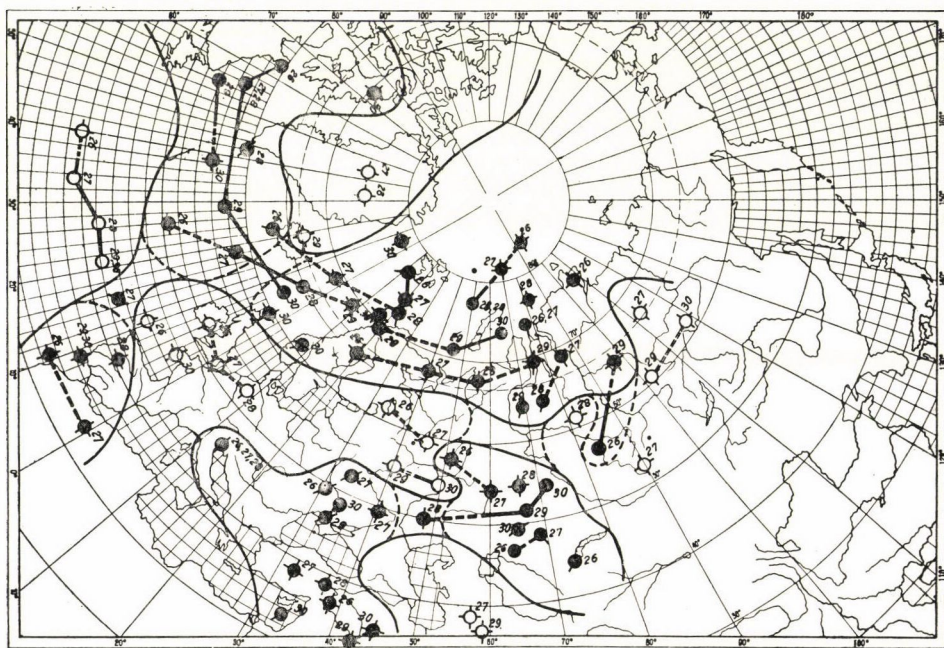


Abb. 13. Kinematische Sammelkarte für den natürlichen synoptischen Zeitabschnitt 26.—30. VIII. 1954

Nachher fasst der Grosswetterforscher bei Berücksichtigung der die voraussichtliche Entwicklung der synoptischen Vorgänge darstellenden Schemata, der physikalischen, geographischen und Witterungseigenschaften des Gebietes den Text der Prognose ab, wobei er manchmal auch Analogien heranziehen kann.

ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ МАЛОЙ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТИ В СССР

Н. А. АРИСТОВ

Резюме

В данной статье излагается метод долгосрочного прогноза погоды малой заблаговременности (на 7—14 дней) школы Мультиановского-Пагава. Этот метод основан на понятии естественного синоптического периода, или же естественного синоптического района. Под естественным синоптическим периодом подразумеваются такие промежутки времени, в течение которых развиваются определенным образом ориентированные процессы при сохранении знака барического поля на пространстве данного района. Период состоит из элементарных процессов (формирование, разрушение). Для отображения этих процессов служит сборнокинематическая карта Мультиановского, на которой нанесены положения ядер циклонов и антициклонов внутри периода.

Средняя продолжительность естественных синоптических периодов составляет 6 дней, с отклонением на ± 1 день. Продолжительность естественных синоптических периодов сроком на 4 или 9 дней весьма редко наблюдается.

Естественный синоптический период начинается одновременно, как по приземным, так и по высотным картам, иногда и здесь наблюдается отклонение на ± 1 день. Изаллогипсы высотного деформационного поля пригодны для определения тенденции периода. Расходимость и сходимость изаллогипс используются для определения образования циклонов, или же антициклонов. Автор упоминает, что при составлении прогноза пользуются также и подбором аналога, однако приведенный метод пригоден для составления прогноза малой заблаговременности также и без подбора аналога. В заключение автор демонстрирует данный метод на практическом примере (прогноз последней декады августа 1954 года). Для анализа процессов использовались следующие материалы:

- а) наземные и высотные синоптические карты,
- б) сборно-кинематические карты периода,
- в) средние карты АТ 500 и ОТ 500/1000 тенденции периода,
- г) карты изаллогипс.

В результате анализа строится схема ожидаемого развития синоптических процессов на новый период.

THE BASIC PRINCIPLES OF MIDDLE-RANGE WEATHER FORECASTING IN THE SOVIET UNION

By
N. A. ARISTOV

Summary

The paper describes *Multanovsky's* and *Pagava's* method for middle-range (7 to 14 days) weather forecasting. This is based upon the concepts of natural synoptic period and natural synoptic region. Natural synoptic period is that period, during which processes of a definite direction develop, the baric field retaining its sign in the respective region. The period consists of elementary processes represented in *Multanovsky's* kinematic collective chart showing the position of the cyclonic and anticyclonic centres within the period.

As a rule, the natural synoptic period lasts for 6 days ± 1 day. Periods of 4 or 9 days are rare. Periods in upper air charts are generally identical in time with periods in surface charts, again with a difference of ± 1 day at the utmost. The isalohypsae of the upper field

of deformation lend themselves for the determination of the tendencies of the period. Their divergence or convergence is utilised in establishing cyclone and anticyclone formation, respectively. The paper mentions that in practical forecasting analogies are also made use of, although without them the method is equally suitable for middle-range weather prognostication. In conclusion, the paper demonstrates the method by means of an example (forecasting the weather in the last decade of August, 1954). In analysing the processes the following material was used, viz. : —

- a) Surface and upper air synoptic charts.
- b) Kinematic collective charts for the respective period.
- c) AT-500-and RT-500/1000 topography charts of the tendencies of the period.
- d) Isalohypsa charts.

In its final result the analysis yields the pattern of the synoptic processes expected to develop in the new period.

DIE STATISTISCHEN METHODEN DER LANGFRISTIGEN WETTERVORHERSAGE IN CHINA

Von
TSCHANG NE-TSCHAU

VIZEDIREKTOR DES METEOROLOGISCHEN DIENSTES DER VOLKSREPUBLIK CHINA, PEKING

Unsere Forschungen über die langfristige Prognose setzten im Jahre 1935 mit der Tätigkeit von *Dr. Tu Tschang-wang* ein, der das *Walkersche* Korrelationsverfahren zur Aufhellung der Beziehung zwischen den Niederschlägen in China und dem Witterungsgeschehen auf der Erde heranzog. Im gegenwärtigen Dienst für langfristige Wettervorhersage, dessen Organisation kurz nach der Gründung unserer Volksrepublik erfolgte, wurden einige statistische Methoden ausgearbeitet, wie z. B. die Methode der aufeinanderfolgenden Änderungen und die Methode der mehrfachen inneren Zusammenhänge. Da eine sich über viele Jahre erstreckende Wetterkartenreihe Chinas fehlt und weil das Stationsnetz auf unseren ausgedehnten inneren Gebieten sehr spärlich ist, konnte bislang die synoptische Methode des grossen sowjetischen Meteorologen *Multanowski* nicht angewandt werden. Die in China entstandenen Methoden sind verhältnismässig einfach, immerhin lassen sich durch sie quantitative Prognosen für die Dauer eines Jahres aufstellen. Sie könnten zwar grundsätzlich als eine Spielart der Analogie und der Extrapolation bezeichnet werden, sind aber vielleicht dennoch besser als die Korrelationsanalyse oder die Periodenforschung an sich. Unsere Vorhersagen über das Vorzeichen der Abweichung vom Durchschnitt (Anomalie) sind zu 75% genau; das Zutreffen unserer quantitativen Vorhersagen ist naturgemäss nicht mehr so gut.

Die Methode der aufeinanderfolgenden Änderungen, die von *Yang Tjiän-tschu* ausgearbeitet wurde, besteht aus folgendem:

Man sucht die Änderungen eines meteorologischen Elementes (oder einer meteorologischen Erscheinung) im Laufe eines Jahres. Die Faktoren, die die Änderung der Witterungselemente hervorrufen, sind dabei nämlich nicht von Interesse, es genügt hier die Feststellung der resultierenden Wirkung, die zweifellos in jeder Einzelheit der Änderungen im Laufe des Jahres vorhanden ist.

Bei dieser Methode wurden die Aufeinanderfolgen in den Monats- oder Jahressummen der Witterungselemente (in den Vorkommen gewisser Witterungsercheinungen) oder in ihren Abweichungen vom Mittelwert in den gleichen Monaten bzw. Jahreszeiten der aufeinanderfolgenden Jahre untersucht. Die Gültigkeit der Vorhersage beträgt ein Jahr. Zur Vereinfachung der Analyse

seien zuerst in einer Kurve die aufeinanderfolgenden Werte, d. h. eine zeitliche Reihe im entsprechenden Massstab aufgezeichnet. Es werden folgende Eigenschaften der Kurve untersucht:

1. Persistenz (Verharren), wie z. B. die Persistenz des Elementes oberhalb gewisser Schwellenwerte.

2. Analogie, d. h. die Analogie zwischen den Änderungen im laufenden und in einem entsprechenden vorherigen Zeitabschnitt.

3. Wendepunkt, wenn z. B. auf Jahre von deutlicher Periodizität solche mit verschwommener Periodizität folgen oder wenn das andauernde Vorkommen hoher Werte von andauernd niedrigen Werten abgelöst wird. Es sind die Zeitspannen zwischen diesen sowie die Symptome ihres Vorkommens zu untersuchen.

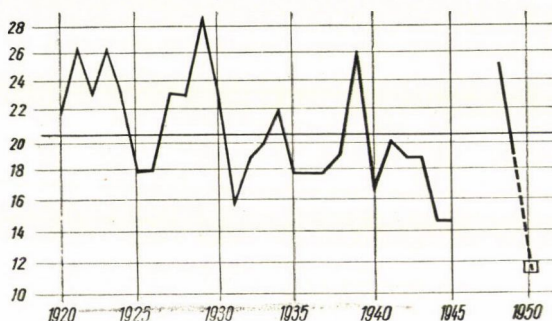


Abb. 1. Die Häufigkeit des Taifuns über dem westlichen Teil des Stillen Ozeans

Unserer Meinung nach kommt diesem Punkt eine überaus grosse Bedeutung zu.

4. Periodizität, d. h. das periodische oder quasiperiodische Auftreten von maximalen und minimalen Werten.

5. Grenzwerte, d. h. die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Werten, die oberhalb gewisser Schwellenwerte liegen. Da die Feststellung der Grenzwerte stark von der Zeitdauer der Beobachtungen abhängt, werden sie bloss gegebenenfalls berücksichtigt.

Im nachstehenden sollen nun zwei Beispiele unserer regelmässig aufgestellten Prognosen vorgeführt werden.

*Beispiel Nr. 1: Die Anzahl der Taifune für den westlichen Teil
des Stillen Ozeans im Jahre 1950*

Seit dem Jahre 1920 zeigt sich in der Anzahl der Taifune jedes fünfte Jahr (1920, 1925, ..., 1945) ein Minimum (Abb. 1). Hieraus folgt, dass auch im Jahre 1950 ein Minimum auftreten muss (Periodizität). Ferner wurde festgestellt, dass nach jedem Jahr mit einem Maximum die Anzahl der Taifune zwei Jahre hindurch (1923—25; 1929—31; 1934—36) abnimmt (Persistenz).

Da das letzte Maximum auf das Jahr 1948 fiel, hatte die Anzahl der Taifune im Jahre 1950 geringer zu sein als im Jahre 1949. Auf Grund solcher Überlegungen wurde also prognostiziert, dass die Anzahl der Taifune im Jahre 1950 im gegebenen Raum etwa 12 sein wird, d. h. zwischen 10 und 15 fallen wird. (In diesem Jahre betrug die wirkliche Zahl der Taifune 13.)

Beispiel Nr. 2: Der Niederschlag im Juni 1951 in Peking

Aus Abb. 2 ist ersichtlich, dass der Niederschlag, wenn er im Juni irgend eines Jahres mehr als 100 mm betrug und im folgenden Jahre abnahm, im Juni

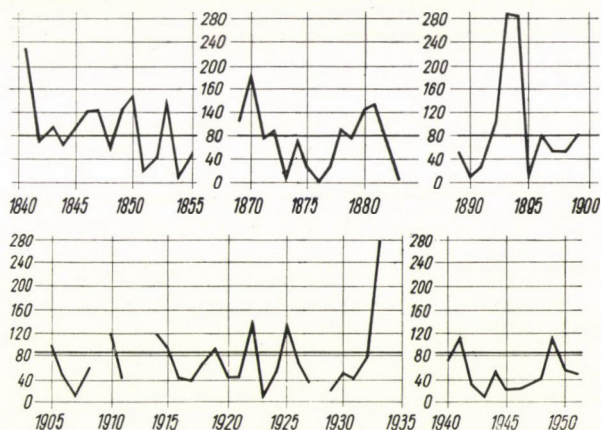


Abb. 2. Die Mengen des Niederschlages im Juni in Peking in den Jahren 1841—1855 und 1870—1950 (in mm)

des dritten Jahres noch weiter sinkt oder gegebenenfalls ansteigt, wobei aber die Gesamtmenge weniger als 80 mm ausmachen wird (Persistenz, Grenzwerte). Da der Niederschlag im Juni 1949 mehr als 100 mm betrug und im Juni 1950 im Vergleich dazu abnahm, hatte der Niederschlag im Juni 1951 weniger als 80 mm zu sein. Andererseits wird der Niederschlag im Juni 1951 auf Grund der Analogie der Jahre 1923—27 nicht weniger als 40 mm ausmachen. Die Prognose für den Niederschlag im Juni 1954 lautete also 40—80 mm. (In Wirklichkeit betrug er 52,5 mm).

Die zweite Methode, die von *Fan Tung-kuan* ausgearbeitet wurde, wird Methode der mehrfachen inneren Zusammenhänge genannt. Diese Methode hebt aus den klimatologischen Angaben diejenigen Analogien hervor, die in den entsprechend gruppierten Werten einiger Monate (oder Jahreszeiten bzw. Jahre, je nachdem was für Zeiteinheit gewählt wird) durch dieselben charakteristischen Änderungen gekennzeichnet werden. Aus diesen Analogien werden dann die verschiedenen Zusammenhänge zwischen den Monatswerten im Zeitab-

schnitt nach der charakteristischen Änderung gesucht. Das Wesen der Methode lässt sich am besten an Hand eines Beispieles verdeutlichen.

Beispiel Nr. 3: Der Niederschlag im August 1953 in Tschungking

Die monatliche Niederschlagsmenge wurde in 7 Abstufungen eingeteilt, u. zw. mit starken (mehr als 240% des durchschnittlichen Niederschlags), mit mässig starken (180—240%), mit leicht übernormalen (130—180%), mit durchschnittlichen Niederschlägen (85—130%), etwas trockener als der Durchschnitt (60—85%), leichte Trockenheit (35—60%) und schliesslich Trockenheit (0—35%).

Es ergab sich, dass die charakteristischste Änderung im letzten Jahr darin bestand, dass der Niederschlag drei aufeinanderfolgende Monate hindurch (im Oktober, November und Dezember 1952) dem Durchschnitt entsprach und dass darauf ein Monat folgte, der etwas niederschlagsreicher als der Durchschnitt war (Januar 1953). Aus den Niederschlagsangaben für Tschungking von 22 Jahren wurden 6 Analogiefälle ausgewählt, wo der Niederschlag während drei aufeinanderfolgender Monate durchschnittlich war, worauf dann ein Monat folgte, der niederschlagsreicher war als der Durchschnitt (mit *leicht übernormalem* oder mit *mässig starkem* Niederschlag). Diese Analogien sind in Tabelle I angegeben, in der die Zahlen die Ordnungszahl der Monate bedeuten, die nach den drei Monaten mit durchschnittlichem Niederschlag folgen. Es ist ersichtlich, dass der Niederschlag des 8. Monats meistens unter dem Durchschnitt lag. Es ist ebenfalls leicht einzusehen, dass *a)* der Niederschlag des 8. Monats durchschnittlich oder unterdurchschnittlich ist, wenn der des 4. Monats durchschnittlich oder überdurchschnittlich ist, *b)* der Niederschlag des 8. Monats überdurchschnittlich ist, wenn der des 4. Monats unterdurchschnittlich ist und *c)* der Niederschlag des 8. Monats unterdurchschnittlich ist, wenn der des 5. Monats unterdurchschnittlich ist und beide in dieselbe Stufe fallen. Auf Grund dieser Analysen wurde prognostiziert, dass der Niederschlag des 8. Monats der »leichten Trockenheit« entsprechen wird, da der Niederschlag des 5. Monats im gegenwärtigen Fall dem Ausmass der Stufe der leichten Trockenheit und der des 4. Monats dem Durchschnitt entsprach. Im gegenwärtigen Fall ist der 8. Monat der August 1953, und die Prognose für den Niederschlag im Monat August in Tschungking beträgt entsprechend der obigen Klassifikation 40—80 mm (in Wirklichkeit betrug er 63,7 mm).

Die im obenstehenden vorgeführten zwei Methoden dienen lediglich zur Befriedigung des dringendsten Anspruches gegenüber der langfristigen Wettervorhersage. Beide weisen Unzulänglichkeiten auf, z. B. dass es mit solchen Methoden nicht leicht ist, extreme Fälle vorherzusagen, dass sie keine physikalische Untermauerung besitzen und dass für sie verhältnismässig lange klimatologische Aufzeichnungen notwendig sind. Ausserdem wurde die Güte dieser

Tabelle I

Prognose des Niederschlags im August 1953 in Tschungking

Analogie	Mit starkem Niederschlag	Mit mäßigem Niederschlag	Mit leicht über-normalem Niederschlag	Mit durchschnittlichem Niederschlag	Mit leicht unter-normalem Niederschlag	Leichte Trockenheit	Trockenheit	Zeitraumabschnitt
1.	— —	3. 7.	1. 4. 5. 6.	8.	2.	— —	— —	1932/III—X.
2.	—	1.	—	2. 4. 7.	3.	— 5. 6. 8.	—	1932/IX—1933/IV.
3.	— —	1. —	— 5. 6.	2. 4. —	— 7. 8.	— —	3. —	1934/VI—1935/I.
4.	— —	— —	1. 4. —	— —	2. 5. 8.	3. —	— 6. 7.	1936/IV—XI.
5.	2. —	1. —	— 5.	4. —	— 8.	3. 6. 7.	— —	1941/VII—1942/III.
6.	— —	— —	1. 2. 5. 8.	— —	3. 4. 6. 7.	— —	— —	1950/VIII—1951/III.
1953/I—V.	—	—	1. 3.	2. 4.	—	— 5.	—	
Prognose ...	—	—	—	—	—	8.	—	
Beobachtung	—	—	—	—	—	8.	—	

Methoden noch nicht auf Grund der strengen Gesetze der Statistik geprüft. Dies soll erst später versucht werden.

Seit dem Jahre 1953 wird in China die synoptische Methode *Multanowskis* für die langfristige Vorhersage untersucht, wobei die Erkenntnis gewonnen wurde, dass sie weit höhere Ansprüche zu befriedigen vermag. Sie enthält zahlreiche synoptische und physikalische Überlegungen, was von grundlegender Bedeutung ist. So soll denn versucht werden, die Anwendung dieser Methode in der langfristigen Prognose in China einzuführen. Einige Vorbereitungsarbeiten, wie z. B. die Übersetzung der hauptsächlichlichen Werke der *Multanowskischen* Schule ins Chinesische, sind bereits abgeschlossen. Es ist zu hoffen, dass die chinesische langfristige Wettervorhersage durch die Anwendung dieser in der Sowjetunion ausgearbeiteten Methode einen gewaltigen Schritt vorwärts machen wird.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ В КИТАЕ

ЧАНЬ НЭЙ-ЧАО

Резюме

Исследование долгосрочных прогнозов погоды в Китае имеет свое начало в 1935 году под руководством д-ра Ту-Чан-Ван, который применял для прогнозы атмосферных осадков корреляционный метод Уокера. Ввиду того, что до образования Народной Республики в Китае не изготовлялось синоптических карт, то методы долгосрочного прогноза погоды имеют до сегодняшнего дня все еще в первую очередь статистический характер. Автор излагает в своей статье два метода прогнозы погоды. Один из описанных методов основывается в сущности на пятилетнюю периодичность и на этой основе удалось, например, предсказать количество тайфунов. Второй метод является методом многократных внутренних корреляций, который подбирает из климатических данных такие аналогии, которые в течение нескольких месяцев проявляют одинаковые характерные изменения. Автор приводит практический пример для каждого из упомянутых методов.

STATISTICAL METHODS FOR LONG-RANGE WEATHER FORECASTING IN CHINA

By

CHANG NU-CHAO

Summary

Research on long-range prognostication in China began in 1935, under the guidance of Dr. *Tu Chang-wan*, who applied *Walker's* correlation method in forecasting precipitation. No synoptic weather charts having been compiled prior to the days of the People's Republic, the weather forecasting methods employed in China are still mainly of a statistical character. Two such procedures are expounded in the present paper. One rests in its essence on a 5-year periodicity, and on its basis it has proved possible to foretell, e. g., the number of typhoons occurring. The second is the method of multiple internal correlations. From the climatic data at hand, it is based upon the selection of such analogies as are characterized for several months by the same typical changes. A practical example is given for each of the two methods.

ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN ZUM PROBLEM DER MITTEL- UND LANGFRISTIGEN WITTERUNGSVORHERSAGE

Von
Prof. H. PHILLIPS

METEOROLOGISCHES ZENTRALOBSERVATORIUM, POTSDAM

Es handelt sich auf diesem Kongress um die gegenwärtige Situation in der Grosswetterforschung. — Wenn wir von »Situationen« in irgendwelchen wissenschaftlichen Disziplinen sprechen, pflegen wir damit etwas ganz Bestimmtes auszudrücken. Man wird schwerlich von einer »Situation« in der Geographie, in der Botanik, in der Geodäsie reden, aber man kann mit wahrhaft gutem Grund und mit voller Berechtigung von einer »gegenwärtigen Situation in der Grosswetterforschung« sprechen.

Worin aber besteht diese? — Sie scheint mir ihre Wurzel in dem ungesunden Verhältnis zu haben, das zwischen dem ständig wachsenden Bedürfnis und den gleichfalls immer dringlicher erhobenen Forderungen nach der systematischen Verbreitung langfristiger Vorhersagen einerseits und den damit nicht annähernd Schritt haltenden Erfolgen auf dem Gebiet der Grosswetterforschung andererseits besteht. Eine ähnliche und innerhalb gewisser Grenzen durchaus vergleichbare Situation finden wir in der Medizin im Hinblick auf den Komplex der Geschwulstkrankheiten. Auch hier konstatieren wir bei der erschreckend hohen Krebsmortalität ein dringendes Bedürfnis, dieser verheerenden, die Volksgesundheit gefährdenden Krankheit zu begegnen, ohne dass die bisher erzielten Erfolge dieses Bedürfnis auch nur im entferntesten zu befriedigen imstande sind. Es bedarf keiner Erörterung, dass uns eine solche Situation, wie sie im Hinblick auf das Problem mittel- und langfristiger Prognosen existiert, Verpflichtungen auferlegt, Verpflichtungen in dem Sinne, alle Anstrengungen darauf zu richten, das geschilderte bestehende Missverhältnis so schnell wie möglich zu beseitigen. Die Möglichkeiten dazu gemeinsam zu erörtern und kollektive Massnahmen zu beraten, um zu diesem Ziele zu gelangen, scheint mir die Aufgabe dieses Kongresses zu sein. — Und das ist eine hohe Aufgabe, »des Schweisses der Edlen wert«, eine Aufgabe, die ebenso schwierig ist, wie sie sich in der Folge in ihren Auswirkungen als segensreich erweisen kann.

Ich meine, wir sollten mit allem Mut *eine* Erklärung an den Anfang stellen: dass es trotz aller Anstrengungen, trotz aller Bemühungen, die seit Jahrzehnten in den verschiedensten Richtungen andauern, bisher noch nicht gelungen ist, das Problem der mittel- und langfristigen Vorhersage in befriedigender

Weise zu lösen. Die zahlreichen Beiträge, die dazu veröffentlicht wurden, enthalten in der Mehrzahl nur unvollkommene und nicht hinreichend zuverlässige Teillösungen, und auch ihre Synthese, ihre Zusammenfassung, soweit diese überhaupt möglich ist, führt noch nicht weit genug. Wenn man die umfangreichen resümierenden Berichte von Forschern studiert, die sich seit langem intensiv mit dem genannten Problem beschäftigt haben und naturgemäss mit sehr viel Einzelheiten vertraut sind, dann spürt man mit fortschreitender Lektüre die tiefe Niedergeschlagenheit, die die Autoren selbst beim Zusammentragen aller Misserfolge befallen hat.

Wenn uns auch solche pessimistischen Stimmungen fremd sind, weil wir auf Grund unserer materialistischen Denkweise den negierenden Standpunkt des »non ignorabimus« nicht anerkennen können, so wäre es andererseits falsch und nicht ungefährlich, an der sehr konkreten Feststellung vorbeizugehen, dass das bisher auf diesem Gebiete Erreichte noch die deutlichen Kennzeichen des Unzulänglichen trägt.

Daher halte ich es für eine dringende Forderung, die wir uns selbst zur Lösung dieser grossen Aufgabe zu stellen haben, die kollektive Anstrengung aller auf die Lösung dieser Aufgabe zu richten und eine überstaatliche Zusammenarbeit zu organisieren. Dies erscheint mir um so notwendiger, als die WMO, soweit mir bekannt, diese Frage noch nicht zum Gegenstand gemeinsamer Beratungen im internationalen Massstab gemacht hat. Um sich eine Ausgangsbasis für eine planvolle und systematische Inangriffnahme dieser ebenso umfangreichen wie schwierigen Aufgabe zu schaffen, kann man sicherlich verschiedene Wege beschreiten. Auf jeden Fall aber wird man nicht gut daran tun, an der Summe der bisherigen Erfahrungen vorüberzugehen, ohne zu prüfen, welche Fehler gemacht worden sind, wo gute und gegebenenfalls erfolgversprechende Ansätze vorliegen, was als wenig nützlich ad acta gelegt werden kann und was stärkere Beachtung finden müsste. Eine solche Rückschau wird dann vermutlich ihren Ausgangspunkt dort nehmen müssen, wo bereits greifbare Erfolge vorliegen, wo bereits das erreicht ist oder zu sein scheint, was uns als Ziel noch vorschwebt, nämlich bei der täglichen Wettervorhersage. Sie ist in der Tat seit langem durch eine bemerkenswerte organisatorische Kollektivleistung der zivilisierten Menschheit zu einer ständig verbesserten, tausendfach bewährten und nicht mehr wegzudenkenden Einrichtung geworden. Und doch müssen einige Punkte dem schärferen Betrachter Zweifel an der bereits erreichten Vollkommenheit aufkommen lassen.

Es ist in den letzten Jahrzehnten sehr viel Geld und Mühe aufgewandt worden, um die Leistungen des Wetterdienstes noch weiter zu steigern. Vieles *Technische* ist damit erheblich verbessert worden, insbesondere in der Nachrichtenübermittlung, in der Prognosenverbreitung, in der Verdichtung der meteorologischen Netze usw.; wie aber steht es mit den *wissenschaftlichen* Erfolgen? Die Steigerung der Treffsicherheit hat auf jeden Fall keineswegs auch

nur annähernd im Verhältnis der aufgewandten materiellen Mittel Schritt gehalten. Angesichts dieser unbestreitbaren Tatsache drängt sich die Frage auf, ob etwa die Grenze der synoptischen Methode schon erreicht sein könnte und ob es nicht erforderlich wäre, sie durch neue Erkenntnisse leistungsfähiger zu gestalten. Aber diese Frage wirft sofort eine zweite auf, worin denn eigentlich das Wesen der synoptischen Methode bestehe. Wenn man sich darauf von den verschiedenen Prognostikern Antwort erteilen lässt, wird man zu dem Ergebnis gelangen, dass es sich dabei um eine Methode der Extrapolation handelt, dass aber durchaus keine einheitliche Auffassung darüber besteht, wie diese Extrapolation am günstigsten durchgeführt werden müsse. Mit anderen Worten, es gibt eine ganze Auswahl von Methoden, es gibt sogar eine Reihe von Schulen der synoptischen Analyse und es gibt eine verwirrende Zahl von Hilfsmitteln, Diagrammpapieren, Höhenkarten, Standardkartensystemen, es gibt neben den allgemein gültigen physikalischen Gesetzen eine grosse Zahl von mehr oder weniger begründeten Faustregeln, empirisch gefundenen häufig gültigen Zusammenhängen usw., aber man kann sich dabei des Eindrucks nicht erwehren, dass in der Tagessynoptik zwar sehr brauchbare, aber doch nur subjektiv empirische Verfahren in Geltung und Gebrauch sind, während es an einer objektiven Methode vollständig mangelt. Das ist auch der tiefere Grund dafür, dass »geborene« Prognostiker mit dem bewussten »Fingerspitzengefühl« so gefragt sind. Denn eine solche Nachfrage würde ziemlich gegenstandslos sein, wenn es eine detailliert angebbare objektive synoptische Methode gäbe.

Ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich behaupte, dass die führenden Synoptiker in der Mehrzahl diese Situation klar erkannt haben und darin die Ursache des unbefriedigenden Fortschritts in der Tagesvorhersage sehen. Sie sind der Meinung, dass man sich mehr und mehr von der eigentlichen Problemstellung entfernt habe, — eben unter dem Einfluss der extrapolatorischen Methodik, für welche es nur die Fragen gibt :

1. *Wie ist das Wetter?*

2. *Wie wird das Wetter sein?*

Die Frage aber, die gestellt werden müsse, heisst — so meinen sie — :
Warum ist das Wetter so?

Diese Frage hat eine tiefe Bedeutung. Sie erinnert uns daran, dass das sich in unseren Wetterkarten widerspiegelnde Wettergeschehen nicht eine kinematische Ausgangssituation darstellt, sondern einen Komplex physikalischer Vorgänge, und dass man es daher nicht als Objekt für die verschiedensten Extrapolationsverfahren verwenden, sondern zum Gegenstand quantitativer physikalischer Forschung machen solle. Heute ist man zu der Einsicht gelangt, dass in der langfristigen Wettersvorhersage die extrapolatorischen Möglichkeiten in nur viel beschränkterem Ausmass anwendbar sind und dass hier nur ein intensives Studium der dynamisch-physikalischen Prozesse zu neuen

Erkenntnissen und vertieften Einblicken in den Mechanismus der allgemeinen Zirkulation und damit zu Erfolgen führen kann.

Bisher ist die Entwicklung den Weg gegangen, dass sich die langfristige, oder besser gesagt, die mittelfristige Witterungsvorhersage an der kurzfristigen orientierte; dadurch nämlich, dass man versuchte, die synoptische Extrapolation auf etwas längere Zeiträume — bis etwa zu einer Woche — auszudehnen. Wenn man dabei feststellte, dass die Treffsicherheit nicht annähernd so stark zurückging, wie man erwartete, so unterlag man einem gewissen Selbstbetrug. Denn während in der Tageszeitraumprognose bis 36 oder 48 Stunden die Wetterentwicklung ziemlich detailliert, d. h. mit Angabe vieler Einzelheiten wie Durchzug von Störungslinien, zeitliche Angabe von Niederschlägen, genauere Angaben über Bewölkung, Wind usw. gekennzeichnet werden kann, müssen sich die Wochenprognosen auf eine Angabe des mittleren Wettercharakters, d. h. des Witterungsgepräges beschränken; es ist aber klar, dass derartige Prognosen bei der Anlegung eines Prüfungsmassstabes eine günstigere Position einnehmen als die in ihren Aussagen sehr viel konkreteren kurzfristigen. — In hohem Masse unbefriedigend — unbefriedigend für die Prognostiker selbst — bleibt vor allem, dass in vielen Fällen die Treffer ganz zu Unrecht ausgezahlt werden. Denn jede einzelne solcher Vorhersagen gründet sich natürlich auf eine ganz bestimmte Vorstellung des Meteorologen, die er sich von der *synoptischen* Entwicklung macht. Wenn er dann aber erkennen muss, dass diese Entwicklung ganz andere Wege geht und dass trotzdem der Text der Vorhersagen diesen Fehlschlag gar nicht im gleichen Umfange erkennen lässt — eben weil eine Aussage über das Witterungsgepräge mehrdeutig ist und ein bestimmter Witterungstyp durchaus zu mehreren Entwicklungen leidlich passen kann —, dann ist ein solcher Scheinerfolg für ihn in Wahrheit eine ernste Niederlage.

Frühzeitig hat *Baur* etwa in der Mitte der 30er Jahre richtig erkannt, dass eine mittelfristige Vorhersage, wenn sie auf synoptischer Grundlage basieren soll, eine von der Tagessynoptik stark abweichende synoptische Betrachtungsweise zur Voraussetzung haben müsse. Er nannte sie, noch ehe die Vorstellungen über diese Art »Synoptik« gefestigt waren, »Grosswettersynoptik«.

Diese Grosswettersynoptik, die Ausgangsposition für Mittelfristvorhersagen auf synoptischer Grundlage, hat sich seitdem eine bestimmte Form gegeben und einen eigenen Stil geschaffen.

Es ist eine bekannte Tatsache, von der allenthalben im Wetterdienst Gebrauch gemacht wird, dass sich die Weite des synoptischen Blickfeldes nach der Länge des Vorhersagezeitraumes richtet. Für sehr kurzfristige Prognosen — z. B. im Flugwetterdienst — genügt bzw. ist sogar vorteilhafter der kleine Wetterkartenausschnitt in grossem Massstab, für die 24—48-St.-Vorhersage wird die Europakarte benutzt und mit weiter wachsendem Vorhersagezeitraum werden auch die Karten immer grossräumiger. Dabei ging man von der sehr plausiblen Vorstellung aus, das synoptische Blickfeld so weit auszudehnen, dass

alle barischen Situationen und Gebilde, die im Laufe des Vorhersagezeitraumes auf die Geschehnisse im Prognosenbereich möglicherweise noch Einfluss nehmen, in der Diagnose berücksichtigt werden können. Heute wissen wir, dass sich der im Hinblick auf die Extrapolation ausgewählte Kartenausschnitt nur dann für die dynamischen Prozesse als ausreichend erweist, wenn er die ganze *Hauptsphäre* umfasst.

Mit der anfangs der 30er Jahre erfolgten täglichen Herausgabe der Höhenwetterkarten stellte sich nämlich eine Reihe wertvoller Erkenntnisse ein, wertvoll nicht nur für die kurzfristige, sondern auch für die mittelfristige Witterungsvorhersage. Am Anfang stand die Erkenntnis, dass sich die dynamischen Vorgänge in der Atmosphäre in den Höhenkarten in viel klarerer und ausgeglichener Form widerspiegeln als in den Bodenkarten. Mit der fundamentalen Entdeckung der Steuerung der unteren Druckgebilde bzw. der isalobarischen Felder durch die mitteltroposphärische Druckanordnung wurde eine Erkenntnis von weittragender Bedeutung gewonnen, die erstmals zu einer klaren Definition des Begriffes »Grosswetterlage« führte, die mir im wesentlichen mit den »natürlichen Perioden« *Multanowskis* gleich zu sein scheinen. Ferner zeigte es sich, dass die in ihrer Bedeutung zuletzt etwas unterschätzten »Aktionszentren« *Teisserence de Borts* eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung der atmosphärischen Grosszirkulation spielen in dem Sinne, dass das Verhalten irgendeines Aktionszentrums von den anderen in der gleichen Hemisphäre befindlichen abhängt, gleichgültig, wie weit sie voneinander entfernt sind. Diese letzte Feststellung gab den entscheidenden Anlass, den begrenzten grossräumigen Wirkungsraum als Arbeitsbasis aufzugeben und durch die ganze Hemisphäre zu ersetzen. Schliesslich trugen auch theoretische Erkenntnisse dazu bei, den Zirkulationsmechanismus besser als früher zu beherrschen. Aus der Erhaltung des totalen absoluten Wirbels leitete *Rossby* die klassische Frequenzgleichung her, die eine Verknüpfung von Wellenlänge und West-Ostgeschwindigkeit der langen troposphärischen Wellen darstellt und vielfach auf die Verlagerung der mitteltroposphärischen Höhenträge angewandt und durch Zusatzglieder verbessert wurde.

Die charakteristischen Wesenszüge der Grosswettersynoptik sind wohl die folgenden :

1. Verwendung gemittelter Höhenkarten der ganzen Hemisphäre.
2. Untersuchung der Zonal- und Meridionalindizes und ihrer zeitlichen Gänge.
3. Weltweite Betrachtung der Zirkulationsvorgänge.
4. Verknüpfung der Änderung der Aktionszentren nach Lage und Intensität mit den mitteltroposphärischen langen Wellen (*Rossby*).
5. Synthese zwischen Synoptik, Statistik (Korrelationen) und physikalischen Betrachtungen (Blockierungseffekte, Trajektorien der Vertikalkomponente des totalen absoluten Wirbels).

Es hat in der Vergangenheit nicht an zahlreichen Versuchen gefehlt, das Gesamtproblem der Vorhersage auf eine möglichst exakte Grundlage zu stellen. Da die theoretische Physik sich ausschliesslich exakter mathematischer Methoden bedient und Meteorologie nichts anderes ist als Physik in ihrer Anwendung auf die Atmosphäre, war der Gedanke an einen solchen Versuch sehr naheliegend. Wenn es gelänge, das Problem auf diese Weise zu lösen, d. h. durch Integration der Differentialgleichungen der theoretischen Meteorologie, würde kein methodischer Unterschied mehr zwischen kurz- und langfristigen Vorhersagen bestehen, die Lösung würde beide Fälle in sich einschliessen; allein die Wahl der Zeitkoordinate würde entscheiden, um welche Gattung von Vorhersagen es sich handelte. Die langfristige Vorhersage wäre dann auch eine »Wettervorhersage«, die sich im Grad der Exaktheit in keiner Weise von der Tagesvorhersage unterscheiden würde. Die Schwierigkeiten, an denen der Versuch einer Lösung bisher gescheitert ist, sind bekannt. Das System der atmosphärischen Differentialgleichungen stellt ein umfangreiches System nichtlinearer inhomogener partieller Differentialgleichungen dar, das der Auffindung einer allgemeinen Lösung — selbst unter sehr vereinfachenden Annahmen — bisher widerstanden hat. Unendlich viel wäre schon mit einer nur angenäherten Lösung gewonnen, selbst unter der Voraussetzung einer homogenen Erde und unter weiteren Einschränkungen. Das war vor mehr als 30 Jahren der Grundgedanke *Richardsons*, der später in anderer Form von *V. Bjerknes* und seinen Mitarbeitern wieder aufgenommen wurde. — Obgleich diese Versuche als gescheitert bezeichnet werden müssen, sind allein schon die dabei gewonnenen »Nebenprodukte« von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung der modernen Meteorologie geworden. Die Polarfronttheorie und die norwegische Zyklonentheorie verdanken u. a. diesen Versuchen ihre Entstehung.

Trotz der eindeutigen Misserfolge besitzt der Gedanke, das Vorhersageproblem mit den Hilfsmitteln der Mathematik exakt zu lösen, immer wieder erstaunliche Anziehungskraft. Neuerdings sind grossangelegte Versuche unternommen worden, die noch fortgesetzt werden und die mit den älteren Untersuchungen *Richardsons* das gemeinsam haben, dass sie, da auf eine exakte Integration verzichtet werden muss, die Differentialgleichungen als Differenzengleichungen auffassen. Um Näherungslösungen dieser Gleichungen durch Reihenentwicklungen zu erhalten, sind immer noch weitgehende Vereinfachungen innerhalb der angenommenen Atmosphärenmodelle erforderlich (z. B. vertikale Isothermie, Barotropie oder Quasibarotropie usw.). Auch dann ist die für eine 12- oder 24stündige Vorhersage zu leistende Rechenarbeit derart umfangreich, dass sie nur mit den modernsten technischen Hilfsmitteln zu bewältigen ist. Zu diesem Zweck wurden neuerdings Elektronenrechenmaschinen eingesetzt. Auf diese Weise gelang es wenigstens, im Tempo schneller zu sein als das Wetter. Trotzdem scheint das Ergebnis — die dabei gewonnene Vorhersagekarte — einen zunächst nur bescheidenen Erfolg zu bedeuten,

wenigstens wenn man ihr Vorhersagekarten entgegenhält, wie sie in allen Wetterdienstzentralen Europas täglich in sehr kurzer Zeit und mit vergleichsweise sehr einfachen Hilfsmitteln entworfen werden. Ob durch die Verbesserung der Atmosphärenmodelle unter Aufgabe einschränkender Bedingungen wesentliche Verbesserungen in der Prognosenkarte erreicht werden können, wird die Zukunft erweisen. Sicher ist zwar auf jeden Fall, dass die Berechnungen noch wesentlich komplizierter werden, dagegen ist es keinesfalls sicher, dass eine entscheidende Verbesserung damit zu erreichen ist. Es haben nämlich die Vermutungen, die von einigen Theoretikern ausgesprochen werden, sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich, dass weder die Beobachtungsgenauigkeit noch die Netzdichte gross genug sind, um den Anfangszustand bereits mit einer Präzision zu geben, die stärkere Divergenzen zwischen der berechneten und der wirklichen Entwicklung über einen 24-Stunden-Zeitraum ausschliesst. Der Ansicht einer Reihe amerikanischer Meteorologen, die Lösung des Problems sei nur mehr eine Frage der modernen Technik, steht diejenige der Mehrzahl der Meteorologen unseres alten Europa gegenüber, dass wenn die Lösung des Problems einmal gefunden sein wird, sie ihre Existenz nicht der Elektronenrechenmaschine, sondern einer genialen Idee zu verdanken haben wird.

Dass der Gedanke, das Problem mittel- und langfristiger Vorhersagen mittels theoretisch-physikalischer Methoden zu lösen, so lebendig bleibt, mag seine Erklärung darin finden, dass eine auf dieser Grundlage gefundene Lösung eine exakte Methode darstellen würde, die den subjektiven Auffassungen der Prognostiker keinen Spielraum mehr böte. Schon aus diesem Grunde ist eine solche Lösung anzustreben. — Es wird aber nützlich sein, Überlegungen anzustellen, ob der Weg, der bisher eingeschlagen wurde, der richtige ist. Ich meine, wir haben noch nicht genügend Versuche angestellt, die Differentialgleichungen im Sinne von grosswetterdynamischen Gesichtspunkten anzuwenden, wir haben sie bisher nur zur Entwicklung einer numerischen Extrapolationsmethode herangezogen, um exakter als mit rein synoptischen Hilfsmitteln die Änderungen des barischen und thermischen Feldes für kleine Zeitintervalle zu bestimmen. Bei grosswetterdynamischen Betrachtungen liegen die Verhältnisse aber anders; sie erfordern zwar die Überbrückung grösserer Zeiträume, dafür aber ist die *detaillierte* Kenntnis des Druck- und Temperaturfeldes keine unbedingt notwendige Bedingung mehr. Es wäre schon als ein grosser Erfolg zu bezeichnen, wenn es z. B. gelänge, auf etwa 1 oder 2 Wochen im voraus die Drucktendenz im Vorhersagegebiet wenigstens dem Vorzeichen nach mit Sicherheit zu kennen. Es wird also, was den Umfang der Aussagen betrifft, bei der mittelfristigen Prognose weit weniger verlangt als bei der Tagesvorhersage, und es ist die Vermutung nicht von der Hand zu weisen, dass es vielleicht gar nicht des ausserordentlich komplizierten, unüberwindliche Schwierigkeiten bietenden mathematischen Apparates bedürfen würde, um *auch auf theoretischem Wege* zu Ergebnissen zu gelangen, die unter dem Blickwinkel der Tagesvorhersagen natürlich

weniger Bedeutung haben, aber für den Aspekt der Mittelfristvorhersagen von grossem Wert sind. Es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass in dem Differentialgleichungssystem, wie es bisher immer benutzt wurde, Glieder enthalten sind, die den Prozess der Lösung dieser Gleichungen so schwierig gestalten, die aber im Hinblick auf längerfristige Entwicklungen nur von geringer Bedeutung sind, während sie für die Tagesprognose entscheidenden Einfluss besitzen, und es ist beinahe noch sicherer, dass gerade die Glieder der Wärmezufuhr von aussen, also die Glieder der Wärme- und Kältequellen, die mit Recht als unbedeutend für die Entwicklung über 24 Stunden angesehen und daher vernachlässigt werden, dass gerade diese Terme für Vorhersagen über mittelfristige Zeiträume eine grosse Rolle spielen.

So wurde z. B. von *Baur* und mir eine Formel für die örtliche Druckänderung entwickelt; untersucht man die fünf einzelnen Terme dieser Gleichung, so stellt sich heraus, dass der dritte und fünfte im allgemeinen recht grosse Beträge liefern, dass sie sich aber kompensieren müssen, wenn nicht über längere Zeiträume Druckänderungen auftreten sollen, wie sie nicht beobachtet werden. Dagegen ist das erste Glied, das der Wärmequellen, recht klein, kann aber für längere Zeiträume an Bedeutung gewinnen, da die Strahlungsvorgänge im allgemeinen längere Zeit im gleichen Sinne wirken. — Wir wissen ja, dass der Aufbau stationärer Hochdruckgebiete ohne Berücksichtigung der Strahlungsvorgänge kaum erklärbar ist. — Dieses Beispiel möge nur dartun, in welcher Weise man eine Grosswetterdynamik aus der allgemeinen Dynamik vielleicht entwickeln kann, nämlich Untersuchungen darüber anzustellen, mit welchen Gewichten die einzelnen Glieder der Differentialgleichungen in den Prozess der Entwicklung über längere Zeiträume eingehen. Dabei wird es sich wahrscheinlich auch als nützlich oder sogar als notwendig erweisen, die Differentialgleichungen auf eine Form zu bringen, die für zeitliche Mittelwerte gilt. — Es ist bekannt, dass die ungeordneten Bewegungen der Moleküle einzeln nicht erfassbar sind, dass man aber mit der *Boltzmannschen* Gaskinetik, die sich auf statistisch definierte Molekülkomplexe gründet, zu Aussagen gelangt, die an Schärfe und Exaktheit keine Wünsche offen lassen. Vielleicht werden sich Untersuchungen dieser Art, die von der Partikeldynamik der Atmosphäre zu einer Dynamik der Massenkonglomerate mit verschiedenen Eigenschaften hinführt, auch für die Entwicklung einer Grosswetterdynamik als fruchtbringend erweisen.

Wenngleich die Wege, die man beschreiten muss und die hier nur oberflächlich angedeutet wurden, noch unklar und verschwommen sind, so scheint mir *eines* festzustehen, dass man, um die Erfolgsaussichten bei Verwendung exakter theoretischer physikalischer Methoden in der Mittelfristvorhersage zu verbessern, sich von der *Eulerschen* Partikeldynamik in der bisher angewandten Form freimachen und eine neue, natürlich auch auf den klassischen Begriffen fussende Grosswetterdynamik schaffen muss. Das Institut für Grosswetterforschung des MHD hat daher den Plan gefasst, die Untersuchungen in dieser

Richtung mit seiner theoretischen Gruppe sobald wie möglich in Angriff zu nehmen.

Lange Zeit hat man sehr grosse Erwartungen auf eine andere Methode zur Bewältigung des Problems der mittelfristigen Vorhersage gesetzt, auf diejenige des Analogieschlusses bzw. der ähnlichen Lagen, so wie sie von *Baur* im mitteleuropäischen Raum angewandt wurde. Die Arbeit des Hamburger Forschungsinstitutes, das vor etwa 20 Jahren erstmalig laufend während der Sommermonate Zehntagesvorhersagen herausgab, lag — wenigstens in den ersten Jahren — vollkommen in dieser Richtung. — Die Arbeitshypothese, die der erwähnten Methode zugrunde liegt, ist die, dass gleichen Wetterlagen gleiche oder ähnliche Entwicklungen folgen müssen. Das ist eine Hypothese, die eine gewisse Berechtigung aus der Eindeutigkeit der Lösungen der Differentialgleichungen bei gleichen Anfangs- und Randbedingungen herleitet. Es ist durchaus vernünftig, da im Einzelfall eine nur mangelhafte Kenntnis des Anfangszustandes und der Randwerte vorliegt, diesen Mangel dadurch zu verringern, dass auch die Vorgeschichte mit einbezogen und die Ähnlichkeitsforderung ebenfalls auf diese erstreckt wird.

Die Vertreter der Methode des Analogieschlusses führen verschiedene Vorteile an, nämlich

1. sie sei verhältnismässig objektiv und gründe sich nicht auf verwickelte und spitzfindige Beweisführungen, die den meisten physikalischen Methoden anhaften,

2. sie sei in der Durchführung verhältnismässig schnell zu handhaben und es bedürfe keines allzu grossen technischen und zeitlichen Aufwandes für die Herausgabe einer Prognose,

3. die ähnlichen Lagen enthalten in der Folgewitterung automatisch auch die klimatologischen Gegebenheiten und Besonderheiten der einzelnen Vorhersagegebiete.

Diese drei Argumente sind tatsächlich sehr stark und überzeugend. Allerdings stehen ihnen einige andere entgegen, die von den Gegnern dieser Methode zu Felde geführt werden. Sie behaupten, dass man verlangen müsse,

1. Ähnlichkeit wenigstens für einen grossen Teil der Hemisphäre ;
2. Ähnlichkeit in der Vorgeschichte ;
3. Ähnlichkeit in der dritten Dimension.

Wenn diese Einschränkungen bei der Auswahl ähnlicher Lagen auferlegt werden — und die Erfahrung zeigt, dass dies notwendig ist —, dann wird es sehr schwer, solche überhaupt zu finden. Dabei wird das verfügbare Kollektiv noch dadurch stark eingeschränkt, dass Höhenkarten erst seit etwa 20 Jahren und in grossen räumlichen Ausschnitten erst seit noch kürzerer Zeit vorliegen.

In den 7 Jahren meiner Tätigkeit am Homburger Forschungsinstitut habe ich in zahlreichen Fällen bei Anwendung der *Baurschen* Methode folgendes festzustellen Gelegenheit gehabt :

1. dass bei der Auswahl der ähnlichen Fälle sich ein oder mehrere Wetterlagen ergaben, die nach dem 8-Karten-Kriterium eine hervorragende Übereinstimmung mit der Ausgangslage zeigten, so dass — wenn überhaupt — gerade diese einen ähnlichen Fortgang der Entwicklung untereinander und mit der auf den Stichtag folgenden Entwicklung hätten aufweisen müssen,

2. dass in solchen Fällen vielfach bereits nach 2 bis 3 Tagen eine völlig andere als die auf Grund des Ähnlichkeitsprinzips vermutete Entwicklung eintrat,

3. dass dagegen oft solche Wetterlagen, die am Stichtag keine besondere Ähnlichkeit mit der Ausgangslage zeigten, im Laufe des 10tägigen Vorhersagezeitraums ihre Ähnlichkeit weitgehend verbesserten und in der zweiten Hälfte des Vorhersagezeitraums dann bessere Resultate zeigten als die anfangs guten und günstig erscheinenden Fälle.

Damit war bewiesen, dass das Prinzip der ähnlichen Lagen so, wie es von *Baur* angewandt wurde, keine eindeutigen Ergebnisse lieferte, dass es zumindest in vielen Fällen, und zwar gerade in solchen, wo man es am wenigsten erwartet hätte, versagte bzw. unpräzise arbeitete.

Im gleichen negativen Sinne sprechen sich die von *Thomas* seinerzeit angestellten statistischen Untersuchungen aus, die sehr niedrige, z. T. sogar negative Korrelationskoeffizienten zwischen der wirklich eingetretenen und der auf Grund der Analogie erwarteten Folgewitterung selbst bei anscheinend sehr ähnlichen Ausgangslagen ergaben.

Eine weitere Methode, die zahlreiche Anhänger besitzt, ist die der sogenannten Singularitäten. Die Grundbehauptung, die dieser Methode zugrunde liegt, ist die, dass in bestimmten Gebieten zu gewissen Zeiten innerhalb des Jahres kalendermässig mehr oder weniger gebundene typische Merkmale der Wetterentwicklung immer wiederkehren. Es handelt sich hierbei, um nur die bedeutendsten unter ihnen zu nennen, um die Kälterückfälle im Juni, um die Hochdrucklage Ende September (Altweibersommer), um die Weihnachtszyklone, die strenge Frostlage um die zweite Januardekade usw. (alles auf den mitteleuropäischen Raum bezogen).

Die Frage nach der Bedeutung der Singularitäten setzt die Beantwortung einer anderen voraus, nämlich der nach ihrer Realität. Sind die Schwankungen, die auch in langen Reihen bei der starken Glättung noch übrigbleiben, als rein zufällige Ergebnisse zu deuten oder sind es wirklich markante Punkte, denen physikalische Ursachen zugrunde liegen? — Die Kriterien, die die Mathematik für die Realität solcher Vorgänge liefert, sind im allgemeinen den hier vorliegenden Erscheinungen nicht angepasst, da die zeitlichen Verschiebungen geringeren Umfanges, denen die Singularitäten unterliegen, die von den mathematischen Kriterien geforderten Realitätsmindestwerte nicht zu erreichen gestatten. Trotz dieser Ablehnung der Singularitäten als reale Vorgänge durch die mathematischen Kriterien kann die Realität wenigstens einer grösseren Anzahl unter ihnen aus den verschiedensten Gründen *nicht* angezweifelt werden.

Wenn man die Singularitäten als reale, nicht dem Zufall zuzuschreibende Vorgänge des atmosphärischen Geschehens ansieht, bleibt als nächste Aufgabe ihre physikalische Deutung, eine Frage, die in verschiedener Weise beantwortet wird und bis heute zu keiner endgültigen Entscheidung geführt hat.

Wir erkennen jedenfalls das eine: dass an jedem Tage nicht alle Ereignisse oder meteorologischen Zustände gleich wahrscheinlich sind, sondern dass es zu gewissen Zeiten, die kalendermässig festliegen, bestimmte Bereitschaften für beispielsweise hohen Druck oder Niederschlagsverarmung oder erhöhte Windstärke usw. gibt. Diese Bereitschaften für das Eintreten eines meteorologischen Ereignisses tragen, da sie durch Mittelwertbildung oder durch Häufigkeitsauszählungen gewonnen sind und sich nicht auf den Einzelfall beziehen, nur klimatologischen Charakter, aber es ist damit das gesamte Klimaspektrum gewissermassen in seine Mikrostruktur aufgelöst und lässt auf diese Weise einen tieferen Einblick in die kalendermässig gebundene Feingliederung zu. Diese Tatsache kann sich in bezug auf mittel- und langfristige Prognosen sehr vorteilhaft auswirken. Man darf freilich nicht die Singularität selbst der Prognose zugrunde legen, sondern sie im Sinne von *Schmauss* nur als »Vorwarner« benutzen. Macht sich z. B. nach einer Periode anhaltender Westwettertätigkeit ein grossräumiger Druckanstieg bemerkbar, der nicht auf das Drucksteiggebiet der nachfolgenden Antizyklone beschränkt bleibt, so ist das um so mehr als ein Zeichen für eine grundlegende Umgestaltung der Grosswetterlage zu bewerten, wenn der Singularitätenkalender gerade für diese Zeit eine erhöhte Bereitschaft für die Ausbildung einer beständigen Hochdruckwetterlage ankündigt. In solchem Falle gewinnt eine Prognose, die sich sonst allein auf den Druckanstieg hätte stützen müssen, zweifellos bedeutend an Zuverlässigkeit. Das ist nicht nur einleuchtend, sondern auch durch vielfache Erfahrung bestätigt. Ich selbst habe während der Prognosentätigkeit im Kriege von diesem Prinzip der »Vorwarnung« und von den durch den Witterungskalender mitgeteilten Bereitschaften Gebrauch gemacht und mit Erfolg versucht, auf diese Weise die Möglichkeiten synoptischer Entwicklungen einzuschränken und in besonders günstig gelagerten Fällen an Hand dieser kalendermässig festgelegten Bereitschaften in Verbindung mit der synoptischen Diagnose die Richtung der Grosswettergestaltung möglichst eindeutig festzulegen.

Durch die letzten Bemerkungen soll aber nicht der Eindruck erweckt werden, als sei es möglich, auf Grund der Singularitäten *allein* oder, indem man ihnen die führende Rolle zuerkennt, langfristige Prognosen herauszugeben. Sie können uns lediglich ein Mass für die »Anfälligkeit« der Atmosphäre in einer bestimmten Richtung zu einem gegebenen Zeitpunkt vermitteln. Genau so, wie die Anfälligkeit und die Disposition für eine bestimmte Krankheit noch nicht genügt, diese ohne einen äusseren Anlass, etwa die hinzutretende Infektion, zum Ausbruch kommen zu lassen, genau so muss in der Atmosphäre durch die synoptische Entwicklung im Einzelfall der Anstoss gegeben werden, die sich

im Mittel ergebende Tendenz einzuhalten. Das schliesst andererseits nicht aus, dass es Fälle gibt, in denen der Witterungskalender tatsächlich als allein massgeblich zu einer Prognose herangezogen werden kann und muss, nämlich dann, wenn es sich nicht um einen Einzelfall handelt, sondern die kollektivistische Aussage bereits von Nutzen ist. Zum Beispiel kann einer Versicherungsgesellschaft daran gelegen sein zu wissen, in welchen Zeitabschnitten überhaupt oder auch eines bestimmten Monats für ein bestimmtes Gebiet Niederschläge am seltensten sind oder wann im Sommer mit besonders beständigen Hochdrucklagen zu rechnen ist. Diese Fragen kann der Singularitätenkalender in der Tat einwandfrei und exakt beantworten. Wer z. B. in der Lage ist, sich seinen Sommerurlaub jedes Jahr frei zu wählen, wird gut daran tun, diesen *immer* in den Mai zu verlegen, statt *immer* in die zweite Julihälfte. Er kann zwar mit dieser Entscheidung im Einzeljahre einmal schlechter fahren, wird aber im Durchschnitt die günstigsten Termine gewählt haben.

Bekanntlich hat die systematische Untersuchung der Wellennatur der atmosphärischen Vorgänge durch die Leipziger Schule zu einer Entdeckung geführt, der man anfangs beachtliche Erfolge prophezeite. Es handelt sich hierbei um das Auftreten von Symmetrien im Gang der meteorologischen Elemente, besonders im Luftdruckgang. Dass es, wenn man die Wellennatur des Luftdruckes anerkennt, zu solchen Erscheinungen kommen muss, ist einleuchtend. Im einfachsten Falle einer einzigen Schwingung haben wir ja in jedem Extremwert des Wellenzuges einen solchen Symmetriepunkt. Wenn sich aber eine Reihe von Einzelschwingungen an dem Zustandekommen der Druckkurve beteiligt, ist nicht ohne weiteres zu erkennen, ob und wo Symmetriepunkte auftreten. Man kann indessen leicht zeigen, welche die Bedingungen sind, die im allgemeinen Falle einer beliebigen Druckkurve erfüllt sein müssen, damit ein Symmetriepunkt vorhanden ist.

Sind diese Bedingungen erfüllt, so haben wir einen *exakten* Symmetriepunkt der einen oder der anderen Art vor uns, und der Luftdruckgang hinter dem Symmetriepunkt ist in *aller Strenge* aus demjenigen vor dem Symmetriepunkt durch einfache oder doppelte Spiegelung zu ermitteln. Es wäre damit dann eine *exakte* Luftdruckvorhersage möglich. Die in der Praxis auftretenden Symmetriepunkte erfüllen die obigen Bedingungen natürlich nur angenähert, und von dem Grad dieser Annäherung hängt dann auch die Güte der Symmetrie ab. Abweichungen kommen vor allem dadurch zustande, dass

1. nicht alle auftretenden Wellen ihren Extremwert genau am gleichen Tage einnehmen,
2. die Wellen vielfach nicht persistent sind und Änderungen hinsichtlich Amplitude und Periode aufweisen.

Dass die *kürzeren* Wellen alle zum gleichen Termin ihren Extremwert einnehmen, ist dabei weniger wichtig, als dass die *längeren*, die zumeist die grösseren Amplituden besitzen, dieser Bedingung genügen, wenn der Symmetriepunkt

einigermassen brauchbar sein soll. Es zeigt sich auch an allen bisher gefundenen guten Symmetriepunkten, dass sie in der Hauptsache durch das Zusammenfallen der Extremwerte der langen Wellen zustandekommen. Daraus sind sogleich einige Folgerungen zu ziehen, nämlich:

1. dass Symmetriepunkte besonders dann aufzutreten pflegen, wenn die langen Wellen sich eingespielt haben, d. h. im Winter,
2. dass in Wintern, in denen die langen Wellen nicht gut ausgebildet oder durch ein System von kürzeren Wellen sehr gestört sind, keine Symmetriepunkte oder nur solche minderer Qualität auftreten,
3. dass in den beständigen winterlichen Hochdruckphasen, welche durch die langen Wellen zustandekommen, die Symmetrie viel besser ausgebildet ist als in den eingestreuten kürzeren zyklonalen Phasen, die durch die schneller schwingenden Rhythmen verursacht werden.

Gute, langpersistente Symmetriepunkte sind äusserst selten. Existiert ein solcher und gelingt es, ihn rechtzeitig zu entdecken, kann er allerdings von beachtlichem prognostischem Wert sein, freilich nur insofern, als man mit seiner Hilfe die Entwicklung der Grosswetterlage nur in den Grundzügen zu überblicken in der Lage ist, ohne dass man in den Fehler verfallen darf, auch jede einzelne Abstufung der gespiegelten Kurve der Prognose zugrunde zu legen. Mehr kann man schon deshalb nicht aussagen, weil selbst bei einer idealen Symmetrie (Korrelationskoeffizient = 1) aus der Druckkurve allein nicht eine detailliertere Vorhersage angegeben werden kann. Dazu bemerkt *A. Schmauss*: »Ich möchte den Meteorologen sehen, der, wenn man ihm ein Barogramm der Vergangenheit vorlegt, aber sonst keine Angaben, imstande wäre, das zugehörige, damals eingetretene Wetter hinzuschreiben. Das kann in besonderen Fällen gelingen, wird aber die Ausnahme sein...«.

Dazu tritt eine weitere, und zwar die hauptsächliche Schwierigkeit, die nur schwer zu umgehen ist. Ob ein Symmetriepunkt an einer bestimmten Stelle vorliegt, kann immer erst dann entschieden werden, wenn man die Luftdruckkurven ein Stück lang hinter dem Symmetriepunkt verfolgt hat und zwar ein ziemlich beträchtliches Stück, will man sich nicht der Gefahr aussetzen, einer Symmetrie zu unterliegen, wie man sie z. B. stets beim Vorübergehen einer Zyklone (Drucksteiggebiet = gespiegeltes Druckfallgebiet) erlebt. Wenn man dann einen Symmetriepunkt als gut erkannt hat, ist leider oft die Zeit seiner besten und sichersten Anwendung bereits vorüber.

Wägt man nun die einzelnen Methoden gegeneinander ab, so glaube ich, dass keinerlei Veranlassung besteht, den von *Baur* schon vor 20 Jahren vertretenen Standpunkt aufzugeben, dass nur die Synthese aller Methoden, die eine gewisse partielle Brauchbarkeit erkennen lassen, zu einer spürbaren Verbesserung der Mittel- und Langfristprognose führen kann. Die Aufgabe dieses Standpunktes ist nämlich solange nicht angezeigt, als keine *solchen* Fortschritte in der Grosswetterforschung erzielt sind, dass man sich auf eine *einzig*e genügend

treffsichere Methode stützen kann. — Das ist auch der Grund, weshalb wir im Institut für Grosswetterforschung des MHD, dessen Arbeit erst in diesem Frühjahr anzulaufen begann, das Problem zunächst von allen Seiten angehen. An erster Stelle wird daher das eingehende Studium der theoretischen Arbeiten von *Kibel*, *Sitzweg* und die synoptische Methode von *Multanowski*, *Pagawa*, insbesondere in ihrer Anwendung auf den mitteleuropäischen Raum, und sein Wettereinzugsgebiet stehen. Gerade im Anfangsstadium unserer Arbeiten ist dieser Kongress, für uns besonders wertvoll, da er uns durch seine Anregungen neue Impulse geben kann und wird.

Ich bin aber darüber hinaus der Meinung, dass diese Zusammenkunft und eingehende Beratung unserer Spezialisten auf diesem Gebiet erst dann zu einem bedeutenden Erfolg führen wird, wenn es uns gelingt, eine erfolversprechende permanente Zusammenarbeit auf diesem so umfangreichen Gebiete und hinsichtlich des ebenso wichtigen wie schwierigen Problemkreises, der zur Erörterung steht, zu organisieren, eine Zusammenarbeit, die sich manifestiert in weiteren Zusammenkünften, im ständigen Austausch der Ergebnisse, in gegenseitiger Beratung und in gegenseitiger Hilfeleistung und in der Festlegung der Arbeitsprogramme, um nur einzelne Punkte herauszugreifen. — Damit wird aber ein entscheidender Schritt getan sein in Richtung auf das grosse Ziel, das wir uns alle, die hier anwesend sind, gesteckt haben!

О СОСТАВЛЕНИИ СРЕДНЕГО И ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

Х. ФИЛЛИПС

Резюме

Статья излагает главным образом принципиальные основы составления прогнозов погоды. Автор устанавливает, что в настоящее время в синоптике преобладают субъективно-эмпирические методы, а объективный метод отсутствует. Таким объективным методом был бы прогноз погоды, основанный на расчете дифференциальных уравнений атмосферы; к сожалению, однако, расчет таких уравнений возможно провести лишь при упрощенных допущениях и связано с огромной расчетной работой (применение электронных счетных машин). На практике долгосрочного прогноза погоды выработалась так называемая макросиноптика, характерные черты которой суть следующие: 1. Применение карт погоды, главным образом высотных, распространяющихся на большие области, по возможности на целое полушарие. 2. Исследования циркуляции, направленные преимущественно на отделение зональных и меридиональных типов циркуляции. 3. Синтез синоптических и статистических (прежде всего корреляционных) методов.

Однако, при макросиноптических процессах большую роль играют также процессы излучения. Не принимая во внимание этих процессов, нельзя составить долгосрочного прогноза погоды. После принципиальных установлений, автором дается обзор применяемых чаще всего методов. Прежде всего он касается вопросов подбора аналога. Этот метод часто венчается успехом, но объективный подбор аналога трудно проводим. — Основанные на сингулярностях прогностические указания применимы только в определенных сезоны, и сверх того их реальность сомнительна, не только с математической, но и с физической точек зрения. Однако, не следует недооценивать их роль в качестве предупреждения. — Изыскание точек симметрии предоставляет, главным образом, в условиях зимы при большом давлении возможность для прогноза атмосферного давления, хотя из атмосферного давления само по себе нельзя составить точного прогноза погоды.

— Автор ожидает улучшение от синтеза этих методов, а также и от новой макродинамики, включающей в себе явления циркуляции и излучения. В заключение автор подчеркивает, что решение этих вопросов возможно лишь при теснейшем международном сотрудничестве.

ON PROBLEMS CONCERNING MIDDLE- AND LONG-RANGE WEATHER FORECASTING

By

H. PHILLIPS

Summary

The paper deals mainly with the theoretical principles of weather forecasting, deploring the preponderance in synoptics of subjective empirical procedures and the absence of an objective method. Such a method would be one that bases forecasting on a solution of the differential equations of the atmosphere. Unfortunately, these equations cannot be solved unless simplifying assumptions are introduced and a vast amount of computational work is taken into account (the use of electronic calculating machines). So-called macrosynoptic methods are being applied in practical long-range prognostication, which characteristically involve: (i) the use of weather charts, chiefly upper air charts, covering large areas, preferably the entire hemisphere; (ii) studies of circulation, aiming mainly at a separation of the zonal and meridional types of circulation; (iii) a synthesis of synoptic and statistical (principally correlational) procedures.

However, in macrosynoptic processes the radiation processes, too, are of paramount importance. Neglecting them, renders long-range forecasting impossible. Having discussed principles, the paper proceeds to reviewing the most frequently applied procedures. — The utilisation of analogies is a method often successful, but the similarity is difficult to be determined objectively. — Forecasts based upon singularities are only possible within certain calendar periods; besides, their real value is open to doubts from the point of view of both mathematics and physics. Their value as warning factors should not, however, be underestimated. — Location of the points of symmetry does make it possible, especially in high-pressure states in the winter, to predict atmospheric pressure, but pressure alone is insufficient for a precise forecast of the weather. In the author's opinion, for an improvement in the present situation one should look to the synthesis of all these methods, and to some new macrodynamics, which do not fail to include circulation and radiation phenomena.

ÜBER EINE RICHTUNG DER BULGARISCHEN METEOROLOGISCHEN FORSCHUNGEN

Von

L. KRASTANOFF

KORRESP. MITGLIED DER BULGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

und

G. GANJEFF

BULGARISCHES METEOROLOGISCHES INSTITUT, SOFIA

Die Frage der bulgarischen »Dürreforschung« ist sowohl vom Gesichtspunkt der Praxis als auch von dem der Theorie und der Meteorologie von grösstem Interesse und von grösster Bedeutung. Die Dürre nimmt als klimatologisches Problem eine zentrale Stellung in der Klimatologie Bulgariens ein. In unserer Arbeit wird nun der erste Versuch gemacht, die Trockenperioden Bulgariens vom meteorologischen Gesichtspunkt aus zu untersuchen. Aus diesem Grunde sind unsere Ergebnisse, obwohl sie einst als Grundlage der zukünftigen Forschungen dienen werden, nicht als endgültig zu betrachten. Diese Ergebnisse müssen vielmehr unserer Meinung nach in der Zukunft durch eingehendere Forschungen erweitert und in eine exaktere Form gebracht werden.

In unseren Untersuchungen wurde als intensive meteorologische Trockenheit eine solche Periode angesehen, in der zumindest 10 Tage keinerlei Niederschlag gefallen war. Diese untere Grenze der Zeitspanne der Trockenperiode wurde selbstverständlich nur bedingt und angenähert gewählt. Wir gingen hierbei vom nachstehenden Satz aus: eine niederschlagsfreie Periode von mehr als acht Tagen beweist, dass sich die synoptische Lage, die diese Trockenperiode hervorrief, verhältnismässig stark stabilisiert hat. Es wurde hierbei in Betracht gezogen, dass die häufigste Zeitdauer der »natürlichen synoptischen Periode« — während der eine gewisse synoptische Lage beobachtet werden kann, also solange die Verteilung des Luftdruckes und der Strömungen oder die Bewegung der barischen Systeme keine plötzliche Änderung erfährt — 6 bis 8 Tage beträgt. In Bulgarien kann daher als intensive Trockenperiode ein solcher Zeitabschnitt von mehr als 8 Tagen betrachtet werden. In diesem Sinne wurde denn auch die untere Grenze von 10 Tagen bedingt und angenähert gewählt.

Um zu vermeiden, dass die Trockenperioden formal bestimmt werden, wurde die Zeitdauer jeder einzelnen Periode konkret, für den betreffenden Fall festgestellt. Es wurde die vorhergehende Niederschlagsperiode, die Menge des damals gefallenen Niederschlages, die Zeitdauer der absoluten Trockenperiode (der völlig niederschlagsfreien Periode) und die Zahl der darauf folgenden Tage mit Niederschlägen sowie die in diesen Tagen gefallene Niederschlagsmenge berücksichtigt.

Die bulgarischen Trockenperioden wurden auf Grund der von 47 meteorologischen Stationen in den Jahren 1896 bis 1949 gesammelten Beobachtungen untersucht. Diese Stationen verteilen sich gleichmässig über das ganze Gebiet Bulgariens.

Die benutzten synoptischen Karten waren verschieden und bezogen sich auf einen bloss verhältnismässig kurzen Zeitraum (1925–1949). Für die Jahre 1925 bis 1937 wurden die Karten des Sowjetischen Hydrometeorologischen Dienstes, für die Jahre 1938 bis 1940 die Karten des italienischen und für die Jahre 1941 bis 1949 die des bulgarischen synoptischen Dienstes verwendet.

Synoptische Untersuchung der Trockenperioden

Die synoptische Untersuchung der Trockenperioden wurde nach den verschiedenen Jahreszeiten gegliedert. Angesichts der Tatsache, dass nur für den Zeitraum von 1925 bis 1949 synoptische Karten zur Verfügung standen, wurde nur die synoptische Lage derjenigen Dürreperioden untersucht, die in diesen Zeitraum fielen. Infolgedessen wurden zahlreiche intensive Trockenperioden nicht in Betracht gezogen und bloss bei den statistischen Forschungsarbeiten berücksichtigt. Die Dürreperioden wurden nach den einzelnen Jahreszeiten gruppiert, wodurch es möglich wurde, dass bereits bei Beginn der Untersuchung der synoptischen Lagen jene Jahreszeitencharakter aufweisenden Faktoren bestimmt wurden, die in Europa und insbesondere im südöstlichen Teile Europas Dürre hervorrufen.

Der antizyklonale Zustand der Atmosphäre ist, obwohl er an sich noch keine Dürre hervorruft, eine wichtige Voraussetzung für jede Erscheinung, die die Entstehung und Ausbildung der Trockenheit charakterisiert und begleitet. Nach *F. S. Lir* müssen bei der Erforschung der die Dürre hervorrufenden Prozesse als erster Schritt die stabilen antizyklonalen Bedingungen untersucht werden. Unter »stabilen antizyklonalen Bedingungen« wird die eine längere Zeit hindurch eingenommene, unveränderte Lage einer Antizyklone in einem gewissen Gebiet verstanden, oder aber sich bewegende Antizyklonen, deren Trajektorien nacheinander durch dasselbe Gebiet hindurchgehen. Im letzteren Falle können in demselben Gebiet Antizyklonen verschiedenen Ursprungs aufeinander folgen.

In Südeuropa und besonders auf der Balkanhalbinsel kommt bei der Ausbildung einer längeren Trockenperiode den von den Azoren stammenden Antizyklonen eine massgebliche Rolle zu. Laut *Djubjuk* sind zu den azorischen Antizyklonen alle Antizyklonen zu zählen, die sich in hoher, »warmer«, sich wenig bewogender, häufiger polarer und seltener tropischer Luft ausgebildet haben. In der normalen, von Westen nach Südeuropa fortschreitenden Zirkulation bewegen sich die Antizyklonenkerne, die sich über dem Atlantischen Ozean

vom Antizyklonenzentrum abtrennen; in Südeuropa (im allgemeinen in östlicher Richtung) weiter und verursachen auf ihrem Wege Trockenheit, u. zw. meistens dann, wenn sich eine warme südwestliche Luftströmung zeigt. Diese Abtrennung der Antizyklonenkerne vom Hauptantizyklonenzentrum und ihre Fortpflanzung in östliche Richtung spiegelt sich auf der Karte der mittleren Isobaren in der Ausweitung der azorischen Antizyklonen wider.

Die charakteristische Eigenschaft dieses Prozesses (der Azorenwirkung) besteht darin, dass die west-östliche Bewegung der antizyklonalen Gebilde nicht stationär ist, was durch langanhaltende Einbrüche von Luftmassen zum Ausdruck kommt. Diese Luftmassen werden manchmal (seltener) von den Kernen der einzelnen Antizyklonen gebildet.

Wenn nun keine arktischen Luftmassen in Mitteleuropa einbrechen, können die Luftmassen des west-östlichen Fortpflanzungsprozesses sich frei in west-östlicher Richtung bewegen. Manchmal bewegen sie sich als antizyklonale Gebiete, die von zyklonalen Gebilden voneinander getrennt werden, wobei die Orte, die in ihren Weg fallen, nacheinander unter die Wirkung von Antizyklonen und Zyklonen gelangen. Sobald sich die azorischen Antizyklonenkerne vereinigen, d. h. die einzelnen Kerne zu einem zusammenhängenden Hochdruckgebiet zusammenfließen, bildet sich in Süd- und Südosteuropa ein ausgedehntes Hochdruckgebiet aus, das dort eine längere Trockenperiode hervorruft. Diese Situation ist hauptsächlich in der zweiten Hälfte der warmen Jahreszeit anzutreffen.

Bei der Ausbildung jener synoptischen Lage, die auf der Balkanhalbinsel Trockenheit hervorruft, kommt der Stabilisierung der von den Azoren stammenden Antizyklonenkerne im östlichen Teil des Mittelländischen Meeres und Kleinasien eine besondere Bedeutung zu. Diese Antizyklonenkerne bewirken von Südosten aus eine Verlagerung von warmer Luft gegen die Balkanhalbinsel zu, wobei sie sich abschwächen und in gewissen Fällen, nachdem sich die südlichen Teile der Fronten, die mit den sich in der nördlichen Hälfte Europas bewegenden Zyklonen zusammenhängen, über die Balkanhalbinsel hinweggezogen sind, sogar völlig verschwinden. Die Antizyklonenkerne können auch in jenen mediterranen Zyklonen eine Frontauflösung verursachen, die oft zwischen den nacheinander einbrechenden azorischen Antizyklonenkernen entstehen und selbst bis zur Balkanhalbinsel vordringen. In diesem Falle kommt es zu zyklonalen Niederschlägen in den Gebirgen Bulgariens, u. zw. hauptsächlich in der westlichen Landeshälfte, während die Ebenen und vor allem die östliche Landeshälfte ohne Niederschlag bleiben.

Das überaus aktive Antizyklonenzentrum der Azoren verlagert sich, insbesondere in den Sommermonaten, nach Norden, dem Ozean zu, schwillt stark an und wird ausserordentlich dicht. Bei einem solchen Zustand der Azorenzyklone bewegen sich die einzelnen Antizyklonenkerne, die sich von ihr ablösen, über Europa hinweg in nordwestlicher und südöstlicher Richtung.

Das arktische Zentrum tritt als Trockenheit hervorrufender Faktor vornehmlich in der kalten Jahreshälfte in Erscheinung. Es ist eine wichtige Eigenschaft der arktischen Antizyklonenkerne, dass sie sich als gesonderte Kerne fortbewegen, die häufig zu mehrmaliger Erneuerung neigen (»Pulsation«). Die über die nordöstlichen Küsten Europas erfolgenden arktischen Einbrüche, die häufiger sind als die Einbrüche über die nordwestlichen Küsten, sind bereits bei Beginn völlig ausgebildete Antizyklonenkerne (mit geschlossenen Isobaren), während die über die nordwestlichen Küsten Europas erfolgenden Einbrüche anfänglich einen Hochdruckrücken bilden, von dem sie sich dann als selbständige Kerne ablösen. Die Ausbildung von synoptischen Lagen, die in Bulgarien zu Trockenheit führen, wird also von jenen arktischen Antizyklonenkernen beeinflusst, die vom Nordwesten und Nordosten her über Europa hinwegziehen und die Balkanhalbinsel erreichen.

Die arktischen Antizyklonen verschieben sich vom Nordwesten Europas nach Südosten als sogenannte »dänische Achse« (vgl. *Djubjuk*) und überqueren die Balkanhalbinsel. Charakteristisch für diesen Prozess ist das mehrmalige, aufeinanderfolgende Vorrücken von Antizyklonen, die ein persistentes Hochdruckfeld in Mitteleuropa und auf der Balkanhalbinsel hervorrufen. Diese nordwestlichen arktischen Einflüsse sind fast ausschliesslich in der kalten Jahreshälfte zu beobachten. Verschieden davon ist die Erscheinungsform der nordöstlichen arktischen Wirkungen. Charakteristisch für sie ist, dass sich im europäischen Teil der Sowjetunion und Westsibirien ausgedehnte und stabile Antizyklonen ausbilden, die sich, nachdem sie sich im Westen und Südwesten aktiviert haben, manchmal über ganz Europa, häufiger über den südöstlichen Teil Europas und auch die Balkanhalbinsel ausbreiten.

Ein solcher Einbruch der arktischen Luft in die südlichen Breiten stört den vorwiegend vom Westen kommenden Lufttransport. An der westlichen und südwestlichen Grenze der Antizyklone entsteht eine südliche Strömung, die warme Luft vom Süden nach Norden verschiebt. Diese Luftmassen umgeben den Rand der arktischen Antizyklone und tragen zu deren allmählichen Erwärmung bei. In den Sommermonaten kann am Rande der arktischen Antizyklone eine südöstliche Strömung beobachtet werden, obwohl ziemlich weit nordöstlich von Bulgarien, so dass diese Antizyklone keine unmittelbare Wirkung auf Bulgarien ausübt. Wenn dagegen das barische Gefälle infolge der Nähe der westlichen Zyklone zunimmt, dann hat das einen starken, manchmal warmen Wind zur Folge, der staubige Luft mit sich bringt, einen Staubvorhang verursacht, oder aber einen Wind, der dem heissen, verdorrten Winde ähnelt.

Die anhaltende Trockenheit auf der Balkanhalbinsel wird besonders dann gefördert, wenn sich das azorische und arktische Zentrum zur gleichen Zeit aktivieren. In diesem Falle kommt es zu einer starken Stabilisierung und geographischen Ausweitung des Hochdruckgebietes.

Die oben untersuchten azorischen und arktischen Einflüsse bilden also die Hauptursachen für die bulgarischen Dürreperioden. Diese Perioden treten in den verschiedenen Jahreszeiten in unterschiedlicher Stärke und in unterschiedlichem Zusammenhange auf und stellen so verschiedene Typen von Trockenperioden dar.

Auf dieser Grundlage lassen sich die antizyklonalen Einflüsse die in den einzelnen Jahreszeiten in Bulgarien eine intensive Trockenperiode hervorrufen, in folgender Weise gruppieren :

1. Westliche (azorische) Einflüsse

Die azorische Antizyklone bewegt sich nach Osten, wobei sie sich inzwischen auch über Südwest- und Mitteleuropa, und somit auch über die Balkanhalbinsel ausdehnt.

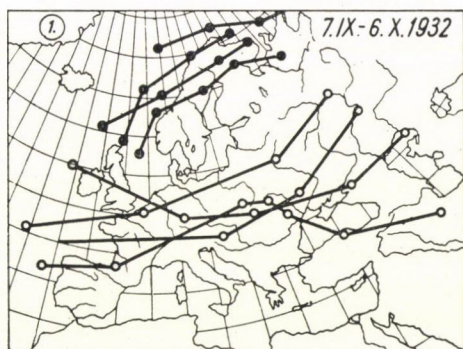


Abb. 1

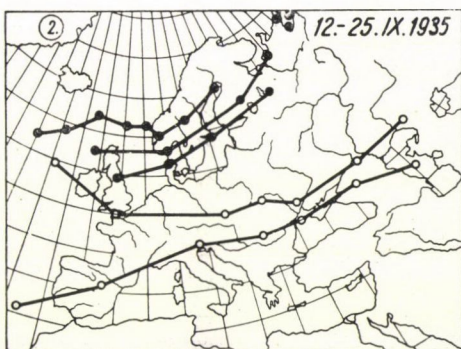


Abb. 2

Diese Wirkungen sind im ganzen Jahr anzutreffen. Besonders häufig sind sie in den warmen Jahreszeiten und verursachen fast immer sommerliche Dürreperioden.

In Mitteleuropa und auf der Balkanhalbinsel bildet sich infolge der Abkühlung der über der Erdoberfläche liegenden Luftmasse im Winter sehr häufig, während der übrigen Jahreszeiten seltener eine quasistationäre Antizyklone aus, die lange Zeit in diesem geographischen Gebiet verharret. In gewissen Fällen, vornehmlich in der Übergangszeit zwischen Sommer und Winter, offenbart sich die Azorenwirkung in mehreren, aufeinanderfolgenden, west-östlichen langsamen Verlagerungen der Antizyklonen (Abb. 1 und 2).

In den Sommermonaten gelangt die Azorenwirkung in anderer Weise zum Ausdruck. Da sich die azorische Antizyklone im südlichen Teile Europas und hauptsächlich an den Küsten des Mittelländischen Meeres nach Osten zu fortbewegt, entsteht ein verhältnismässig breites Hochdruckgebiet, dessen Nordgrenze sich bald nach Norden und bald nach Süden zu verschiebt. Dieses

breite Hochdruckgebiet ist in den intensivsten Fällen ein Teil des subtropischen Hochdruckgürtels, der sich — wie bekannt — besonders in den Sommermonaten stark nach Norden ausdehnt und in Südeuropa eine persistente Trockenheit verursacht (Abb. 3). Gleichzeitig damit wehen die isländischen Zyklonen längs der Küsten Nordeuropas. Diese Zyklonen schlagen in gewissen Fällen eine im grossen und ganzen südliche Richtung ein, so dass sie an den südlichen Rand der Balkanhalbinsel gelangen, wodurch sich in Bulgarien ein Tiefdruckgebiet ausbildet. Die südlichen Teile der mit diesen Zyklonen zusammenhängenden Fronten ziehen zwar hierbei über Bulgarien hinweg, doch sind sie grösstenteils inaktiv; sie lösen sich infolge der Wirkung des über dem Mittelländischen Meere und der Küste Kleinasiens befindlichen Hochdruckgebietes auf, so dass in Bulgarien sozusagen überhaupt kein Niederschlag fällt, oder wenn es doch zu Niederschlägen kommt, diese sich nur auf die Gebirgsteile beschränken.

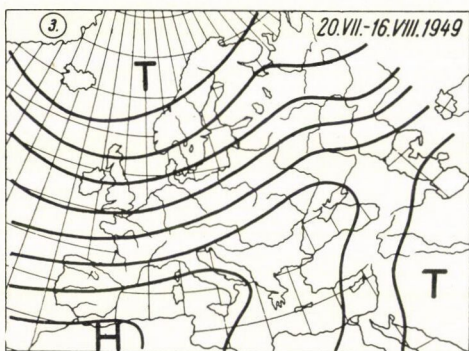


Abb. 3

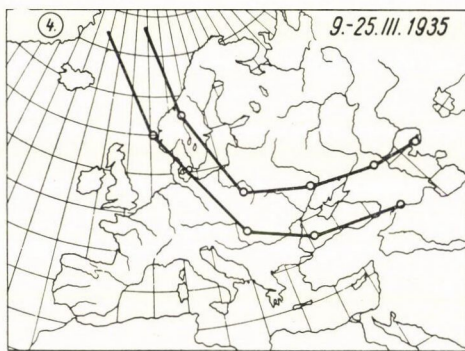


Abb. 4

Auf dem so über Südeuropa entstandenen breiten Hochdruckgebiet entwickeln sich, wohl infolge thermischer Einwirkungen, gesonderte Kerne von oft noch höheren Drücken. Solche Hochdruckkerne finden sich manchmal selbst über der Balkanhalbinsel.

2. Nordwestlicher (arktischer) Einfluss

Über der Nordsee bildet sich ein Hochdruckbrücken aus, der sich dann als ein durch geschlossene Isobaren gekennzeichneten Antizyklonenkern absondert. Dieser Kern bewegt sich quer über Europa nach Südosten und bildet über Mittel- und Südosteuropa ein Hochdruckgebiet. Wie bereits weiter oben erwähnt, ist für diesen Prozess die mehrmalige (zwei- oder dreimalige), aufeinanderfolgende Verlagerung solcher Antizyklonenkerne charakteristisch (Abb. 4 und 5).

Dieser nordwestliche Einfluss tritt am häufigsten in den Wintermonaten auf, manchmal auch in den Übergangsmonaten (u. zw. eher im Frühjahr als im Herbst), während er im Sommer kaum anzutreffen ist.

3. Nordöstlicher (arktischer) Einfluss

An der Nordostküste Europas und in Nordwestsibirien bildet sich ein Hochdruckrücken aus, der sich dann über dem europäischen Teil der Sowjetunion und über Westsibirien zu einer stabilen Antizyklone umwandelt. Diese Antizyklone aktiviert sich und breitet sich nach Westen und Südwesten aus, um schliesslich in Südosteuropa und auf der Balkanhalbinsel ein Hochdruckgebiet auszugestalten. Für diesen Vorgang ist es charakteristisch, dass er nicht die Entstehung von gesonderten, sich fortbewegenden Antizyklonenkernen verursacht, sondern dass die Antizyklone selbst ein mehr oder minder grosse

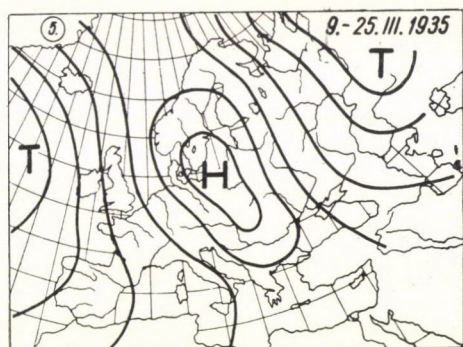


Abb. 5

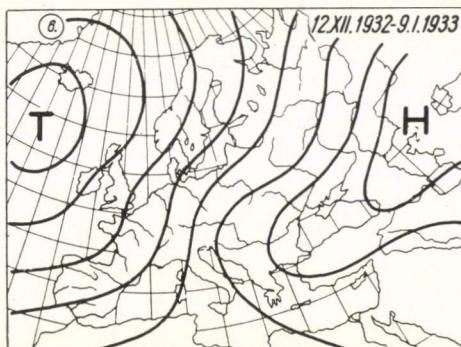


Abb. 6

Gebiet umfasst. Das Vorrücken der Antizyklone nach Südosten erfolgt in gewissen Fällen durch mehrmalige, aufeinanderfolgende kalte Luftwellen. Diese Wellen rufen unbedeutende Schneefälle hervor, u. zw. in Bulgarien hauptsächlich in den nordöstlichen Landesteilen (Abb. 6).

Der nordöstliche Einfluss ist für die Wintermonate charakteristisch.

4. Kombinierte Einflüsse

a) Als Ergebnis von gleichzeitigen nordwestlichen und nordöstlichen arktischen Einflüssen entsteht eine ausgedehnte Antizyklone, deren Zentrum über Mitteleuropa liegt und die sich für eine lange Zeit stabilisiert. Ihr südöstlicher Rand berührt auch die Balkanhalbinsel. Dieser Einfluss tritt ausschliesslich im Winter auf (Abb. 7).

b) Gleichzeitige westliche (azorische) und nordöstliche (arktische) Einflüsse. Die nordöstliche Antizyklone verschiebt sich im allgemeinen nach Süden, ihr Zentrum liegt meistens über dem südlichen Ural. In solchen Fällen bildet sich über dem südlichen und südöstlichen Teile Europas ein ausgedehnter und stabiler Hochdruckrücken aus. Die Balkanhalbinsel gerät dann übergangsweise unter sowohl westlichen als auch östlichen Einfluss (Abb. 8, 9 und 10).

Im Zusammenhang mit den kombinierten Einflüssen sei hier bemerkt, dass es unter den untersuchten Fällen mehrere gab, wo man einen kombinierten westlichen (azorischen) und nordwestlichen (arktischen) Einfluss annehmen konnte. Auf Grund der zur Verfügung stehenden Angaben liess es sich indessen nicht eindeutig entscheiden, ob man es mit einer kombinierten Wirkung oder

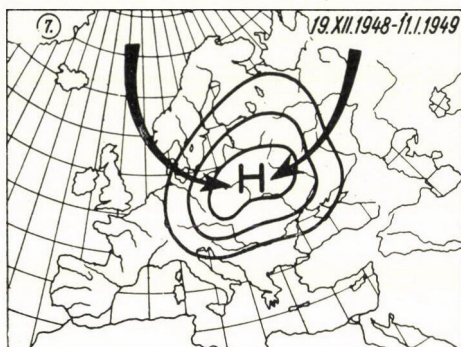


Abb. 7

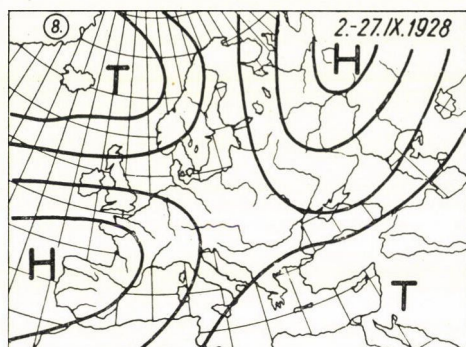


Abb. 8

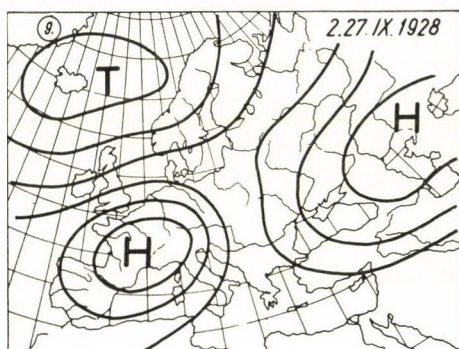


Abb. 9

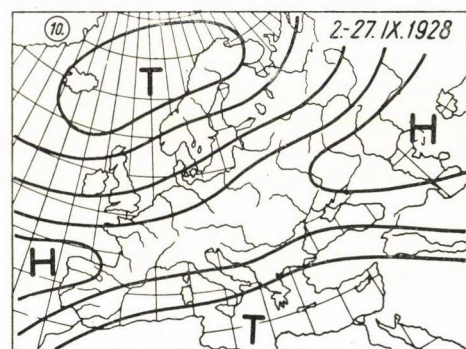


Abb. 10

einer reinen Azorenwirkung zu tun hatte. Diese Fälle wurden deswegen zu den Azorenwirkungen gezählt (Abb. 11, 12 und 13).

Die Gliederung der untersuchten intensiven Trockenperioden nach Jahreszeiten und Jahren auf Grund der diese Perioden hervorrufenden Einflüsse zeigt, dass im Laufe des Jahres und insbesondere im Sommer die westlichen (Azoren-) Einflüsse vorherrschen. Im Herbst wiegen ungewisse westliche-nordöstliche Einflüsse vor, während im Sommer keine arktischen Einflüsse zu beobachten sind, da diese hauptsächlich im Winter auftreten.

Hier soll erwähnt werden, dass bei den aufgezählten Typen die Luftmassen der azorischen und arktischen primären antizyklonalen Gebilde die Balkan-

halbinsel infolge der Wirkung der Erdoberfläche im allgemeinen als mehr oder weniger umgestaltete Luftmassen erreichen.

In jenen Trockenperioden, die durch kombinierte Einflüsse oder durch aufeinanderfolgende Luftmasseneinbrüche innerhalb desselben Einflusses hervorgerufen werden, fällt im Gebiete des einen oder des anderen Einflusses, hauptsächlich in den gebirgigen Teilen Bulgariens, ein geringfügiger Niederschlag, der

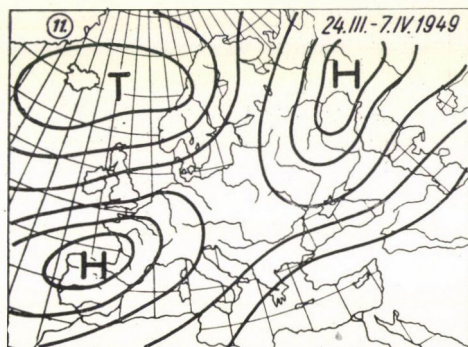


Abb. 11

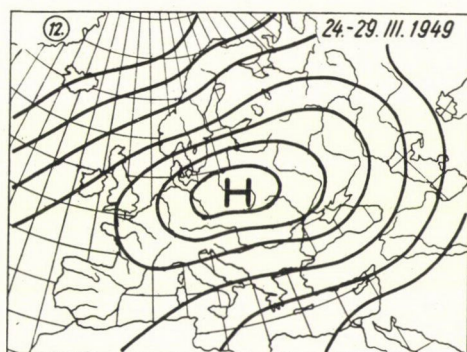


Abb. 12

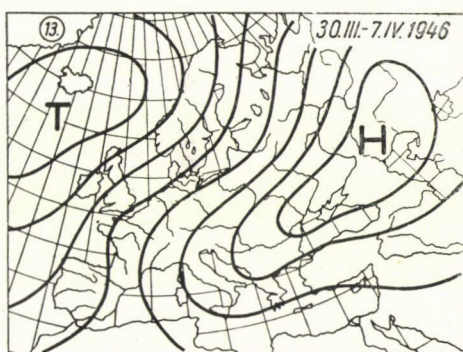


Abb. 13

indessen der Trockenperiode kein Ende setzt, besonders nicht in den Ebenen. Dieser Niederschlag ist die Folge davon, dass beim Wechsel der Einflüsse über Bulgarien schwach ausgebildete Fronten — die frontalen Teile verschiedener Luftmassen — hinwegziehen. Dies bildet in erster Linie die Ursache, dass die Trockenheit in den Ebenen eine häufige und anhaltende Erscheinung darstellt.

Diese Charakterisierung der Prozesse, die auf der Balkanhalbinsel eine intensive Trockenperiode verursachen, ermöglicht die Anfertigung von synoptischen Karten, die für die langfristige Vorhersage von grösster Bedeutung sind.

МАТЕРИАЛЫ К МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ В БОЛГАРИИ

Л. КРАСТАНОВ и Г. ГАНЕВ

Резюме

Статья занимается исследованием синоптических состояний, обуславливающих засухливости в Болгарии. Авторы прежде всего исследовали условия образования стабильных антициклонов. Антициклональные воздействия можно включить в четыре группы: 1. западные (азорские), 2. северозападные (арктические), 3. северо-восточные (арктические) и 4. комбинированные воздействия.

На основе синоптических карт 1925—1949 годов авторы установили, что в случае западных воздействий азорский антициклон продвигается на восток и распространяется также на Балканский полуостров. Эти воздействия проявляются в течение целого года, они особенно часты в теплой половине года, когда они почти всегда вызывают летнюю засухливость. В случае северозападных воздействий над Северным морем формируется гребень высокого давления, который впоследствии обособляется антициклональным ядром. Это ядро продвигается в юго-восточном направлении через Европу; характерно для данного процесса его многократное повторение. Такое воздействие проявляется чаще всего зимой, но также и весной. — В случае северо-восточного воздействия формируется над Северо-западной Сибири гребень высокого давления, который затем развивается в восточно-европейский стабильный антициклон. В этом случае не обособляются отдельные подвижные антициклональные ядра, но сам антициклон занимает более или менее большую поверхность. Северо-восточное воздействие характерно для зимних месяцев. — Как следствие одновременного проявления вышеупомянутых воздействий, возникают упомянутые в четвертом пункте комбинированные воздействия. Типизация этих синоптических процессов весьма полезна при составлении долгосрочных прогнозов.

ONE OF THE TRENDS OF METEOROLOGICAL RESEARCH IN BULGARIA

By

L. KRASTANOV and G. GANIEV

Summary

The paper is a study of the synoptic events causing droughts in Bulgaria. As a first step, the conditions giving rise to stable anticyclones are examined. The anticyclonic effects are divided into four groups: the group of (i) the western (azorian), (ii) the north-western (arctic), (iii) the north-eastern (arctic), and the (iv) combined effects. The synoptic charts for the years from 1925 to 1949 show that with western effects prevailing the azorian anticyclone proceeds eastward extending also over the Balkan Peninsula. This phenomenon may present itself throughout the year, but is particularly frequent in the warm half of it, causing summer droughts almost invariably. When the north-western effect persists, a high-pressure ridge forms over the North Sea, which then detaches itself into a separate anticyclonic core. This core passes across Europe in a south-western direction. It is characteristic of this process that it repeats itself several times. This effect is most frequent in the winter and in the spring. With a north-eastern effect, there is a high-pressure ridge formed in the north-western part of Siberia, developing later into an East-European stable anticyclone. When this is the case, there appear no independently moving cores, for it is the anticyclone itself that occupies large areas. The north-eastern effect is a characteristic of the winter months. The fourth-mentioned combined effects are the results of an interlacing of the first three. Charting these synoptic processes may be of great use in establishing rules for long-range weather prognostication.

EINIGE FRAGEN DER DYNAMIK VON AUSGEDEHNTEN ATMOSPÄRISCHEN BEWEGUNGEN

Von
A. M. OBUCHOW

KORRESP. MITGLIED DER SOWJETISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, MOSKAU

Die gegenwärtige Entwicklungsphase der Meteorologie wird durch die ausgedehnte Anwendung der Methoden der dynamischen Meteorologie und der aeromechanischen Gesetzmässigkeiten gekennzeichnet. Die klassischen Werke von *Fridman* und *Kotschin* [1] bildeten die Grundlage für die Benutzung der hydromechanischen Gleichungen von kompressiblen Flüssigkeiten in der Meteorologie. Auf diesen Untersuchungen beruhen auch die in letzter Zeit veröffentlichten Arbeiten von *Kibel* [2], *Blinowa* [3] und anderen Forschern.

Ihre gegenwärtigen Erfolge verdankt die theoretische Meteorologie zum grössten Teil der vernunftgemässen Vereinfachung des in der Forschung der atmosphärischen Vorgänge benutzten hydrodynamischen Gleichungssystems. Es ist allgemein bekannt, dass in den heutigen Forschungen die sog. quasi-geostrophische Näherung sowie zahlreiche andere für die atmosphärischen Aufgaben charakteristische Vereinfachungen eine grosse Rolle spielen. Naturgemäss stellt sich dann die Frage: 1. warum nähert sich der Wind unter wirklichen Verhältnissen dem geostrophischen Winde und 2. welche Prozesse werden aus der Untersuchung ausgeschlossen, wenn man das auf Grund der quasi-geostrophischen Näherung gewonnene, vereinfachte Gleichungssystem verwendet?

Bei der Untersuchung dieser Fragen ist anzustreben, dass die hydrodynamischen Gleichungen bei der Lösung der meteorologischen Angaben und bei der richtigen Bewertung der erhaltenen Ergebnisse vernunftgemäss angewandt werden.

Bei den Theoretikern hat sich heute bereits ein gewisser Standpunkt in bezug auf die quasigeostrophische Näherung ausgebildet.

Der Vortragende veröffentlichte im Jahre 1949 eine seiner ersten diesbezüglichen Untersuchungen [4], die sich mit der eingehenden Analyse der Beziehung zwischen dem barischen Feld und dem Windfeld befasste. Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse wurden dann vom sowjetischen Wissenschaftler *Jaglom* für den Fall der Bewegung auf einer Kugel verallgemeinert [5]. Mit ähnlichen Fragen beschäftigte sich auch, wie bekannt, *Charney* in den USA.

Der vorliegende Bericht stützt sich lediglich auf sowjetische Arbeiten.

Der Einfachheit halber sei die barotrope ebene Strömung einer kompressiblen Flüssigkeit im Coriolis-Kraftfeld untersucht. Mittelt man die Bewegungsgleichungen nach der Höhe, so kann die vertikale Geschwindigkeit ausgeschaltet werden und man erhält das angestrebte Gleichungssystem des zweidimensionalen barotropen Modells. Dieses Gleichungssystem lautet :

$$\left. \begin{aligned} \frac{du}{dt} - lv &= -\frac{\partial \pi}{\partial x} \\ \frac{dv}{dt} + lu &= -\frac{\partial \pi}{\partial y} \\ \frac{1}{gH_1} \frac{\partial \pi}{\partial t} + \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

wo

$$\begin{aligned} u &= \frac{g}{p_0} \int_0^x \rho u dz = \frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} u(p) dp \\ v &= \frac{1}{p_0} \int_0^{p_0} v(p) dp \\ l &= 2az \\ \pi &= \frac{g}{p_0} \int_0^\infty [p - \bar{p}(z)] dz. \end{aligned} \quad (2)$$

Hier bedeutet H_1 die »dynamische Höhe«, die die Höhe der homogenen Atmosphäre approximiert.

Der Wert $C_0^2 = gH$ entspricht dem Quadrat der isothermischen Geschwindigkeit des Schalles. Der Wert π ist der Abweichung des Luftdruckes vom Normalwert auf einem mittleren Niveau proportional.

Wie aus den Beobachtungen bekannt ist, schwankt der Wind in den ausgedehnten atmosphärischen Vorgängen nahe um den geostrophischen Wert. Theoretisch soll aber jetzt ein Fall behandelt werden, wo in irgendeinem atmosphärischen Bereich eine Anomalie vorkommt und wo der wirkliche Wind wesentlich vom geostrophischen abweicht. Natürlich wird man jetzt erwarten, dass diese Anomalie eine intensive Veränderung im hydrodynamischen Feld (im barischen Feld, im Geschwindigkeitsfeld) hervorruft, so dass dies letztlich

einen neuen atmosphärischen Zustand zur Folge hat, in dem die Verteilung des Druckes und des Windes bereits einander entspricht. Dieser angenommene Vorgang der Umwandlung des hydrodynamischen Feldes sei im nachstehenden Vorgang der »Feldadaptation« genannt. Zur Untersuchung des Adaptationsvorganges kann man die linearisierten Gleichungen der Aerohydromechanik benutzen, u. zw. so, dass man im Gleichungssystem (1) die auf die Geschwindigkeit bezüglichen Glieder zweiten Grades weglässt, d. h. dass man als Annähe-

rung $\frac{d}{dt}$ mit $\frac{\partial}{\partial t}$ vertauscht. Dank dieser Vereinfachung ist es nun möglich, die durch ihre Anfangsbedingungen bestimmte Aufgabe, die sich auf die dynamischen Gleichungen einer sich im Coriolis-Kraftfeld bewegenden zweidimensionalen Flüssigkeitsschicht bezieht, im allgemeinen zu lösen.

Es sei in die Untersuchungen die Stromfunktion ψ und das Potential φ eingeführt und vorausgesetzt, dass

$$\begin{aligned} u &= \frac{\partial \psi}{\partial y} + \frac{\partial \varphi}{\partial x} \\ v &= \frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \end{aligned} \quad (3)$$

Zieht man die beiden ersten Gleichungen des Gleichungssystems (1) heran, so ergibt sich ohne Schwierigkeiten, dass

$$\Delta \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} - l\psi + \pi \right) = 0 \quad (4)$$

$$\Delta \left(\frac{\partial \psi}{\partial t} - l\varphi \right) = 0 \quad (5)$$

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}.$$

Diese Gleichungen besitzen Gültigkeit, wenn

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} - l\psi + \pi = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} + l\varphi = 0. \quad (7)$$

Zu dem aus den Gleichungen (6) und (7) bestehenden System nehme man noch die Kontinuitätsgleichung dazu, die nach Einführung des Potentials φ folgendermassen geschrieben werden kann :

$$-\frac{1}{c_0^2} \frac{\partial \pi}{\partial t} + \Delta \varphi = 0. \quad (8)$$

Diese Gleichung entspricht der bekannten Tendenzgleichung.

Das aus den Gleichungen (6), (7) und (8) bestehende System, dass sich auf die Charakteristiken ψ, φ und π bezieht, ermöglicht eine stationäre Lösung, bei der das Geschwindigkeitspotential zu Null wird und die Stromfunktion proportional der Abweichung des Druckes ist. Dieser Zustand entspricht dem geostrophischen Wind (er erweist sich in der Näherung der linearen Theorie als stationär) :

$$\psi = \frac{1}{l} \pi; \quad \varphi = 0. \quad (9)$$

Im nachstehenden soll die invariante Natur des Wertes $\tilde{\Omega}$ vorgeführt (er hängt nicht von der Zeit ab) :

$$\begin{aligned} \tilde{\Omega} &= \Delta \psi - \frac{l}{c_0^2} \pi \\ \frac{\partial \tilde{\Omega}}{\partial t} &= 0 \end{aligned} \quad (10)$$

$$\tilde{\Omega} = \tilde{\Omega}(x, y).$$

Diese Eigenschaft des »vermittelten Wirbels« drückt in unserer Theorie das Erhaltungsprinzip des Potentialwirbels aus.

Es lässt sich ohne weiteres nachweisen, dass das Potential φ die Wellengleichung befriedigt und Wellenvorgänge beschreibt :

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = c_0^2 \Delta \varphi - l^2 \varphi. \quad (11)$$

Die Lösung für die Werte ψ und π kann im allgemeinen folgendermassen geschrieben werden :

$$\psi = \bar{\psi} + \psi' \quad (12)$$

$$\pi = \bar{\pi} + \pi', \quad (13)$$

wo $\bar{\psi}$ und $\bar{\pi}$ bei Annahme der Geostrophie in der Form $\bar{\psi} = l\bar{\pi}$ miteinander zusammenhängen und wo ψ' und π' die durch die Wellen hervorgerufene Störung bedeuten. ψ' und π' sind laut folgender Gleichung miteinander verknüpft:

$$\Delta\psi' - \frac{l}{c_0^2}\pi' = 0, \quad (14)$$

wobei diese Funktionen auch die dem Zusammenhang [1] ähnliche Gleichung befriedigen. ψ' und π' können auch durch das Potential φ ausgedrückt werden.

Es sei nun die allgemeine Lösung der durch ihre Anfangsbedingungen gegebenen Aufgabe gesucht. Es seien ψ_0 , π_0 und φ_0 die Charakteristiken des dem Zeitpunkt $t = 0$ entsprechenden hydrodynamischen Feldes.

Der Wert $\tilde{\Omega} = \Delta\psi - \frac{l}{c_0^2}\pi$ ist, wie bereits erwähnt, invariant (»Potentialwirbel«). Wird der Potentialwirbel auf Grund der Anfangsbedingungen bestimmt, so erhält man die der gegebenen Verteilung des Potentialwirbels entsprechende stationäre Lösung:

$$\Delta\bar{\psi} - \frac{l}{c_0^2}\bar{\pi} = \tilde{\Omega}(x, y).$$

Setzt man $\bar{\pi} = l\bar{\psi}$ ein, so ergibt sich

$$\Delta\bar{\psi} - \frac{1}{L_1^2}\bar{\psi} = \tilde{\Omega}(x, y), \quad (15)$$

wo $L_1 = \frac{c}{l} \approx 2200$ km den »Aktionsradius des Wirbels« bedeutet (horizontales Mass).

Die Lösung der Gleichung [15] lässt sich in expliziter Form in folgender Weise schreiben:

$$\bar{\psi}(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \iint \tilde{\Omega}(\xi, \eta) K_0 \left[\frac{\sqrt{(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}}{L_1} \right] d\xi d\eta. \quad (16)$$

Zum Anschreiben jener nichtstationärer Komponenten, die den schnellen Prozessen der die Schallgeschwindigkeit annähernden Wellenverteilung entsprechen, wird die Gleichung (11) auf Grund der Anfangsbedingungen gelöst:

$$\varphi(x, y, 0) = \varphi f(x, y)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t}(x, y, 0) = l\psi_0 - \pi_0 = g(x, y).$$

Die Lösung dieser Aufgabe lässt sich in Integralform folgendermassen ansetzen :

$$\varphi(x, y, t) = \frac{1}{2\pi c} \frac{\partial}{\partial t} \int \int_{\varrho \leq ct} \frac{f(x + \varrho \cos 0, y + \varrho \sin 0)}{\sqrt{(ct)^2 - \varrho^2}} \cos\left(\frac{2a}{c} \sqrt{(ct)^2 - \varrho^2}\right) \varrho d\varrho dt +$$

$$+ \frac{1}{2\pi c} \int \int_{\varrho \leq ct} \frac{g(x + \varrho \cos 0, y + \varrho \sin 0)}{\sqrt{(ct)^2 - \varrho^2}} \cos\left(\frac{2a}{c} \sqrt{(ct)^2 - \varrho^2}\right) \varrho d\varrho dt. \quad (17)$$

Aus der Untersuchung und der unmittelbaren Analyse der Wellenlösung (17) folgt, dass sich die Wellenenergie bei genügend grossen Zeitwerten auf einem grossen Gebiet verstreut. Der Wert der Funktionen φ , ψ' und π' , die durch die im Bereiche des Diameters D lokalisierten, eine Zeitdauer von wesentlich mehr als $t = \frac{D}{C}$ aufweisenden Anfangsstörungen bestimmt werden kann, liegt nahe bei Null (»die Welle läuft aus dem untersuchten Bereich hinaus«).

Nunmehr ist es also bereits möglich, eine gewisse Antwort auf die Frage nach dem Adaptationsmechanismus des atmosphärischen hydrodynamischen Feldes zu geben. Es sei angenommen, dass der Wind zu einem gewissen Zeitpunkt überall dem geostrophischen Wind gleich ist, mit Ausnahme eines gewissen Gebietes mit dem Durchmesser D . Der Druck und der anomale Wert des Windes erregen eine Welle, die nach der Zeit t den untersuchten Bereich verlässt, wobei die Abweichung des Windes vom geostrophischen Wind gegen Null zu verläuft. Es wurde hierfür nachstehendes Beispiel ausgerechnet :

$$\varphi_0(x, y) = A \left[2 + \left(\frac{R}{L} \right)^2 - \left(\frac{2}{R} \right)^2 \right] c^{\frac{-2^2}{2R^2}}$$

$$2^2 = x^2 + y^2; \quad \varphi_0 = 0; \quad \pi_0 = 0$$

der Fall eines »depressionsfreien Wirbels«.

In diesem Falle stellt es sich heraus, dass sich nach der »Adaptation« folgende Lösungen ergeben :

$$\bar{\varphi} = A \left[2 - \left(\frac{2}{R} \right)^2 \right] c^{\frac{-2^2}{R^2}}; \quad \pi = l\bar{\varphi} = B \left[2 - \left(\frac{2}{R} \right)^2 \right] c^{\frac{-2^2}{R^2}}.$$

Man erhielt die nachstehenden Werte : $\frac{2A}{R} = \text{m/sec}$; $R = 500 \text{ km}$; $L = 2200 \text{ km}$; $B = 23 \text{ mb}$.

Im Mittelpunkt wird der stationäre (»geostrophische«) Wert des Druckes praktisch nach 3 bis 4 Stunden konstant. Die verhältnismässige Veränderung des Geschwindigkeitsfeldes ist gering, sie beträgt nicht mehr als 5%, während

sich der Druck radikal — von Null bis 23 mb — ändert. Auf diese Weise kann die untersuchte Anomalie bloss kurze Zeit Bestand haben.

Obwohl das obenstehende Beispiel nur einen theoretischen Charakter aufweist, sind die vorgeführten Berechnungen vom Gesichtspunkt der Methodik von Interesse, weil sie die Rolle der quasigeostrophischen Näherung aufzeigen. Die wirklichen meteorologischen Vorgänge gehen so langsam vor sich, dass das barische Feld genügend Zeit hat, sich »unterwegs« dem Geschwindigkeitsfeld anzupassen, das sich langsam mit der Zeit ändert. Die Berechnung der dem »Adaptationsfeld« entsprechenden langsamen Veränderungen lassen sich nicht im Rahmen der linearen Theorie ausführen, sondern nur auf Grund einer nichtlinearen Gleichung — der Wirbelübertragungsgleichung —, indem man dabei nachträglich noch die Quasigeostrophie voraussetzt [s. beispielsweise Gl. (6)]. Die hier geschilderte eingehende Analyse der linearen Gleichungen unterstützt als Argument die Hypothese einer Quasigeostrophie, die heute auf einem ausgedehnten Gebiet Anwendung findet. Die Benutzung des vereinfachten Gleichungssystems entspricht im wesentlichen dem Ausschluss der raschen Wellenvorgänge aus den Untersuchungen. Die hydromechanischen Gleichungen wurden in ähnlicher Weise bei der Lösung von auf die Kugel bezüglichen Aufgaben von *Jaglom* [5] im Jahre 1952 angewandt (Untersuchung der auf der ganzen Erdkugel vor sich gehenden Prozesse). Seine Untersuchungen zeigen, dass den quasigeostrophischen Bewegungen, die auf der rotierenden Kugel vor sich gehen, langsame Trägheitswellen entsprechen, die von zahlreichen Meteorologen (*Blinowa*, *Rossby* usw.) untersucht wurden.

Zahlreiche grundsätzliche Fragen, die sich bei der Einführung der einen oder der anderen Vereinfachung ergeben, müssen zuerst an Hand einfacherer Beispiele untersucht werden. Nur dann wird man füglich der Ansicht sein können, dass uns die Theorie in der richtige Richtung führt.

LITERATUR

1. *Кочин, Н. Е.*, Собранные труды. Москва—Ленинград 1949. т. I.
2. *Кибель, И. А.*, Приложение к метеорологии уравнений механики бароклиной жидкости. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз. № 5 (1940).
3. *Блинова, Е. Н.*, Гидродинамическая теория волн давления, температуры волн и центров действия атмосферы. ДАН СССР 39/7 (1943).
4. *Обухов, А. М.*, К вопросу о геострофическом ветре. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз. № 4 (1949).
5. *Яглом, А. М.*, Динамика крупномасштабных процессов в баротропной атмосфере. Изв. АН СССР, сер. геогр. № 4 (1953).
6. *Монин, А. С.*, Изменения давления в баротропной атмосфере. Изв. АН СССР, сер. геофиз. № 4 (1952).

О ДИНАМИКЕ АТМОСФЕРНЫХ ДВИЖЕНИЙ БОЛЬШОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

А. М. ОБУХОВ

Резюме

Автор выдвигает в своей статье два тесно связанных между собой вопроса теоретической метеорологии: 1. почему ветер при реальных условиях приближается к геострофическому ветру? и 2. какие процессы мы исключаем из исследований, если мы на основе квазигеострофических приближений применяем упрощенную систему уравнений?

При помощи анализа систем уравнений двухразмерной баротропной модели, автор выявляет, что аномалии атмосферного поля и поля ветра могут сохраняться лишь на короткое время. Примененное при изучении реальных атмосферных процессов квазигеострофическое приближение исключает только быстрые волновые процессы из исследования, в то время как барическое поле приравнивается к полю скорости. — Автор показывает применение данного метода на практическом примере.

SOME QUESTIONS CONCERNING THE DYNAMICS OF EXTENSIVE
ATMOSPHERIC MOTIONS

By

А. М. ОБУХОВ

Summary

Two closely interconnected problems of theoretical meteorology are being dealt with in this paper: (i) why is the wind, under realistic conditions, approximating the geostrophic wind?, and (ii) what processes are being excluded from the sphere of observation by applying equation systems simplified on the basis of quasi-geostrophic approximation?

By an analysis of the equation system of the two-dimensional barotropic model it is shown that atmospheric-pressure and wind-field anomaly can coexist but for a short period of time. By the quasi-geostrophic approximation applied in the study of the realistic atmospheric processes the rapid wave motions only are excluded from the sphere of observation, the baric field adapting itself to the velocity field. In the paper, the procedure is being illustrated by an example.

DIE LANGFRISTIGE WETTERVORHERSAGE IN DER VOLKSREPUBLIK RUMÄNIEN

Von
N. TOPOR

ZENTRALINSTITUT FÜR METEOROLOGIE, BUKAREST

Die systematische Untersuchung der Frage der langfristigen Wettervorhersage setzte in Rumänien im Jahre 1951 mit der Arbeit eines kleinen Kollektivs ein.

Um jene Grundsätze anwenden und bestätigen zu können, auf denen die langfristigen Wettervorhersagen auch gegenwärtig beruhen (Sonnenwirkung, Mondwirkung, kosmische Einflüsse, klimatologische Statistik und das ganze synoptische Beobachtungsmaterial), ferner um die diesbezüglichen Arbeiten zu erleichtern, erwies es sich als notwendig, das vollständige Beobachtungsmaterial jedes einzelnen Tages auf Kartonblätter aufzutragen und so die Gestaltung und Geschichte der wichtigeren meteorologischen Elemente gleichsam wie auf einem Filmband von 1886 bis 1951 festzuhalten.

Das als Grundlage gewählte Material besteht ausschliesslich aus Bodenbeobachtungen, weil Höhenbeobachtungen nur über eine allzu kurze Zeit zur Verfügung standen. Das Material umfasst Angaben über den Luftdruck, die Temperatur, den Niederschlag und die Windverhältnisse.

Nach dieser filmartigen Systematisierung wurden die hauptsächlichsten Witterungselemente typisiert, u. zw. in der Weise, dass Luftdruck-, Temperatur-, Niederschlags- und Zirkulationstypen aufgestellt wurden. Diese Typisierung ist nicht nur zur Klassifikation der Wetterlagen und zur Erleichterung der Feststellung der Wetterperioden notwendig, sondern auch um die sich in der Folge der Wetterlagen zeigende Diskontinuitäten besser feststellen zu können.

Der Grundsatz, nach dem unsere Untersuchungen erfolgten, lässt sich wie folgt zusammenfassen: das Witterungsgeschehen eines beliebigen Zeitabschnittes (Monat oder Jahreszeit) wird durch das Geschehen der vorhergehenden Monate oder Jahreszeiten bestimmt. Die plötzlichen, sprunghaften Änderungen des Witterungscharakters, die im Laufe eines solchen Zeitabschnittes auftreten, sind nichts anderes als die Folgen der Akkumulation der im vorhergehenden Zeitabschnitt eingetretenen langsamen Veränderungen.

Ein zweiter Grundsatz, der den ersten ergänzt, ist, dass stets analysiert werden muss, mit welchem barischen Typus die verschiedenen Temperatur-,

Niederschlags- und Zirkulationstypen (im Laufe je eines synoptischen Zeitabschnittes) bei einer bestimmten Sonnenflecktätigkeit, in einem bestimmten Mondviertel und bei einer bestimmten Konstellation der benachbarten Grossplaneten einhergehen.

Entsprechend diesen Grundsätzen befassten sich unsere klimatologischen Forschungen einerseits mit der Ausbildung der in den einzelnen Monaten und Jahreszeiten normalerweise auftretenden Erscheinungen und andererseits mit den ausserordentlichen Erscheinungen, wie extreme Winter, extreme Niederschlagsphänomene, abnorme Temperaturen und andere für die Landwirtschaft schädliche Anomalien.

Die bisher geleistete Arbeit erstreckt sich noch nicht auf die Typisierung der Luftmassen; der Grund hierfür ist, dass die Luftmassen in einem von ihren ursprünglichen Eigenschaften schon stark abweichenden Zustand über unseren Gebieten eintreffen, so dass voneinander ganz unterschiedliche Luftmassen ähnliche meteorologische Lagen hervorrufen.

Es ist zu hoffen, dass in einem späteren Zeitpunkt, wenn es bereits möglich sein wird, die über uns hinwegziehenden oder verharrenden Luftmassen mit Hilfe eines reichlicheren Beobachtungsmaterials besser zu charakterisieren, auch die Systematisierung dieser Luftmassen in unsere Forschungen einzu beziehen.

Das Angabenmaterial, das der Typisierung des barischen Feldes und der Zirkulation zugrunde gelegt wurde, war die historische Kartenreihe des Weather Bureau für die Jahre 1889 bis 1939, während für die übrigen Jahre bis 1951 das synoptische Kartenmaterial unseres eigenen Institutes Verwendung fand.

In bezug auf die Temperatur, den Niederschlag und andere Erscheinungen wurden nur die Beobachtungen der Jahre 1886 bis 1939 unseres eigenen Netzes benutzt, da sich in diesen Fällen das Interesse vor allem auf die lokale Witterung konzentrierte.

Gemäss dem aufgestellten Arbeitsplan wurde als erster Schritt die europäische mittlere Luftdrucklage festgestellt, was dann die Bestimmung der Dauer der synoptischen Jahreszeiten ermöglichte. Danach ging man zur Bestimmung der häufigsten barischen Typen über, wobei neben den Luftdruckkarten die zum betreffenden barischen Typus gehörige charakteristische Witterung in Rumänien und in ganz Südosteuropa herangezogen wurde.

Es wurden insgesamt 16 barische Typen festgestellt; hierbei konnte auch die Häufigkeit dieser Typen für die einzelnen Tage, Monate oder Jahreszeiten ausgerechnet werden. Es wurde für jeden Typus eine Kartothek angelegt und die relative Häufigkeit der Typen für sämtliche Monate bestimmt, ferner auch die Durchschnittszahl der Vorkommen und die hervorspringenden Zeitpunkte von Singularitäten.

Es wurde auch eine Statistik über die Zeitspannen aufgestellt, in denen sich der gleiche barische Typus wiederholt, wobei sich ergab, dass ihre über-

wiegende Mehrzahl während eines synoptischen Zeitabschnittes eine 28- bis 32tägige Periodizität aufweist. Diese Periode wird aber im allgemeinen unterbrochen, wenn man von der einen synoptischen Jahreszeit in eine andere übertritt.

Gleichzeitig wurde auch eine Statistik der isallobarischen Gebilde für 30tägige Abschnitte angelegt.

Das Ziel der hiernach noch durchzuführenden Vorarbeiten wird in der Typisierung der Temperatur- und Niederschlagsfelder, ferner von anderen Erscheinungen sowie der noch eingehend zu erforschenden allgemeinen Zirkulation bestehen, u. zw. auf Grund derselben Prinzipien, auf Grund deren die Typisierung des barischen Feldes ausgeführt wurde.

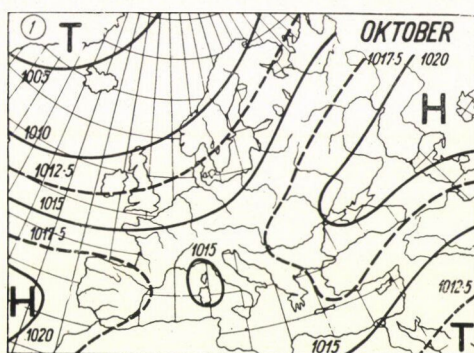


Abb. 1

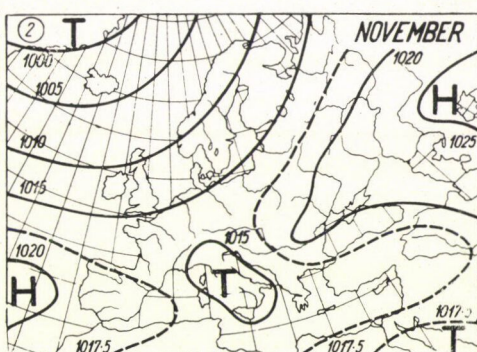


Abb. 2

In der nachstehenden Zusammenstellung werden nun diejenigen Folgerungen zusammengefasst, zu denen man auf Grund der Analyse des barischen Feldes gelangt war. Diese werden dann grundlegende Richtlinien zur Aufstellung der langfristigen Vorhersagen geben.

Unsere Ergebnisse lassen sich in folgenden Feststellungen zusammenfassen :

A) *Aus der Untersuchung des normalen barischen Feldes geht folgendes hervor :*

1. In den Monaten Oktober, November, Dezember, Januar und Februar wird die Witterung Europas durch einen Hochdruckrücken gesteuert, der sich vom mittleren Teil des Atlantischen Ozeans bis zur Sowjetunion hinzieht. Dieser Rücken stammt aus der Vereinigung der sich bis Frankreich erstreckenden azorischen Antizyklone und der bis zu den Karpaten vorrückenden sibirischen Antizyklone (Abb. 1, 2, 3, 4 und 5).

Zwischen den beiden Antizyklonen, die durch die Alpen voneinander getrennt werden, erscheint in den erwähnten 5 Monaten meistens ein Tiefdruckgebiet, dessen Zentrum über Italien liegt.

Über dem nördlichen Teil des Atlantischen Ozeans herrscht während dieses ganzen Zeitabschnittes das Islandtief.

Diese Luftdrucklage ruft während der kalten Jahreszeit eine südlich-südwestliche Strömung über Nordeuropa, eine westliche Strömung über dem südwestlichen Teil des Kontinents und eine östlich-südöstliche Strömung über Südosteuropa hervor (Abb. 6).

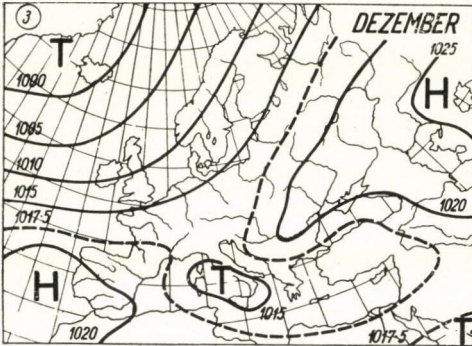


Abb. 3

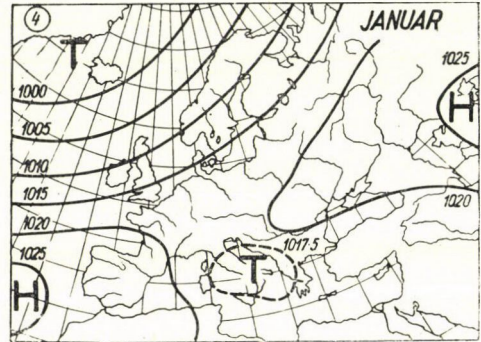


Abb. 4

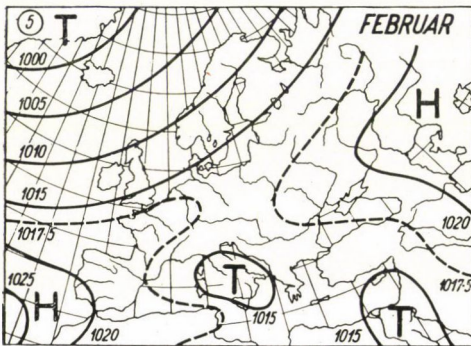


Abb. 5

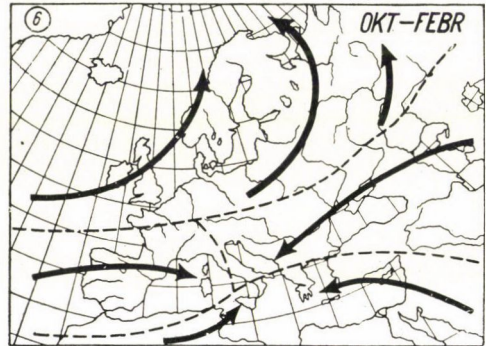


Abb. 6

2. In den Monaten März und April reisst die Verbindung zwischen den beiden erwähnten Antizyklonen ab, da sich diese an die Ränder des Kontinents zurückziehen und so den Weg für das italienische oder isländische Tief nach Mitteleuropa frei machen (Abb. 7 und 8).

Über dem nordwestlichen Teil des Kontinents tritt eine südwestliche, südliche oder südöstliche Strömung auf, während in Südwesteuropa die Strömung westnordwestlich und in Südosteuropa östlich-südöstlich verläuft (Abb. 9).

3. Im Mai verändert sich dann die europäische Lage grundlegend, indem sich ein antizyklonaler Bogen ausbildet, der von den Azoren ausgeht und sich über Skandinavien und das Baltikum bis zu dem über dem nördlichen Teil der Sowjetunion gelegenen Maximum erstreckt (Abb. 10).

Dieser über Nordwesteuropa befindliche antizyklonale Sattel trennt das sich nach Norden verzogene Islandtief von einer anderen Tiefdruckzone, deren Zentrum über Arabien liegt und die sich nach Norden bis zum Schwarzen Meer, zum Kaukasus und zum Kaspischen Meer erstreckt. Jugoslawien fällt hierbei in das Gebiet einer schwachen Depression.

In diesem Monat werden die atlantischen Küsten Europas durch eine südwestliche und südliche Strömung charakterisiert, während über dem übrigen Kontinent eine nördliche Strömung herrscht (Abb. 11).

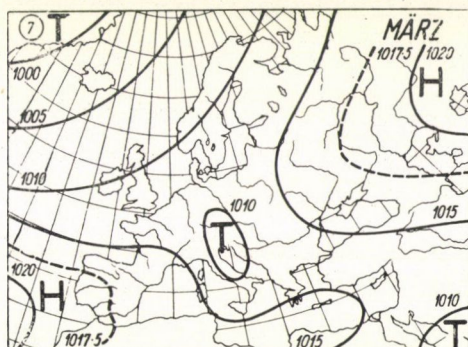


Abb. 7

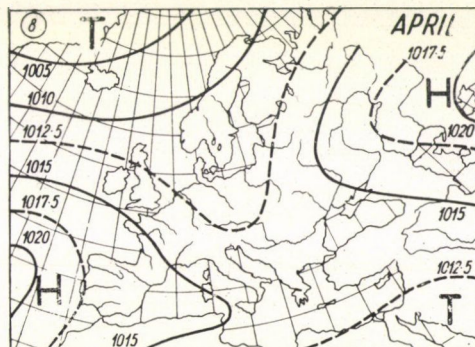


Abb. 8

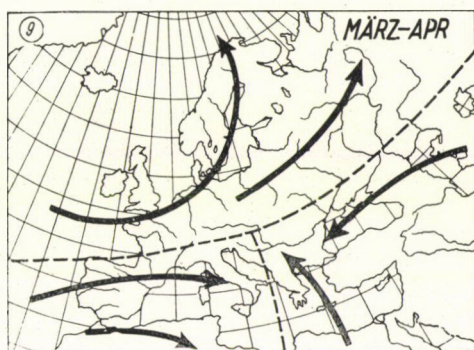


Abb. 9

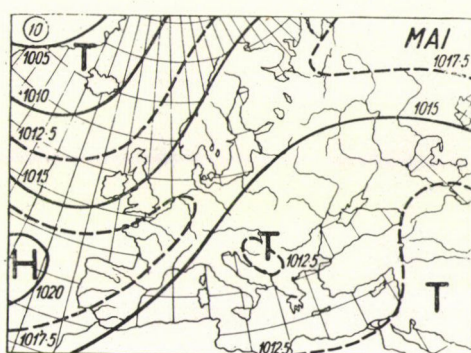


Abb. 10

4. In den Monaten Juni, Juli und August steht Europa einerseits unter der Herrschaft der atlantischen Antizyklone und andererseits unter der des über dem östlichen Teile des Kontinents bestehenden Tiefs, was dann über dem Kontinent einen atlantischen Monsun hervorruft. Dieser Monsun weht von Westen nach Nordosten und Südosten, mit Ausnahme über dem Osten des europäischen Teils der Sowjetunion, wo der Wind ein Nordwind ist (Abb. 12, 13, 14 und 15).

5. Im September findet man — da ein vom Atlantik bis zum Ural reichender Hochdruckrücken vorhanden ist — über der nördlichen Hälfte Europas

eine südliche und südwestliche und über der südlichen Hälfte eine nordwestliche oder nordöstliche Strömung vor (Abb. 16 und 17).

Aus diesen Feststellungen können die nachstehenden Folgerungen gezogen werden :

a) Das zwischen den Alpen und den Karpaten gelegene Mitteleuropa bildet den Kreuzungspunkt für die bodennahe Zirkulation.

b) Die Witterung wird innerhalb der Monatsgruppen Oktober—Februar, Juni—August und März—April durch gleiche Luftdruckverteilungen und durch

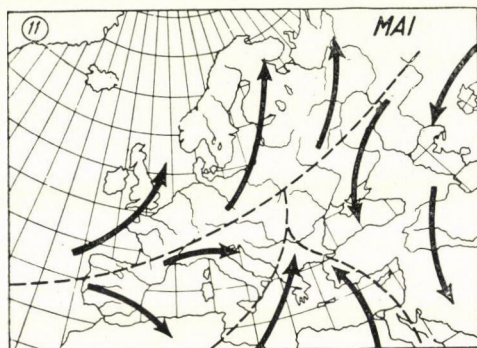


Abb. 11

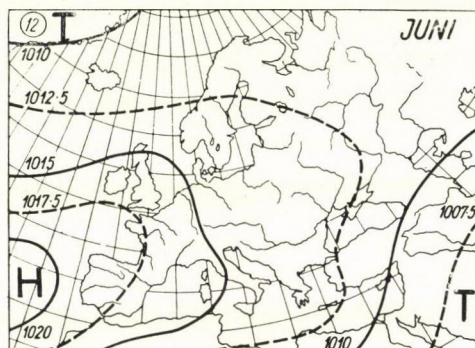


Abb. 12

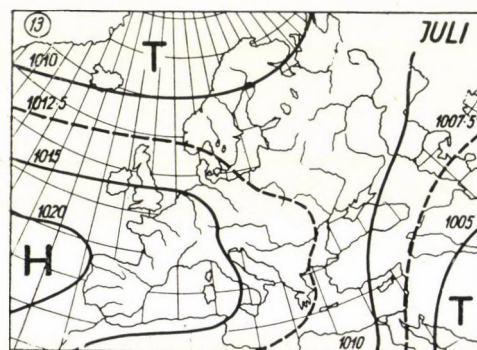


Abb. 13

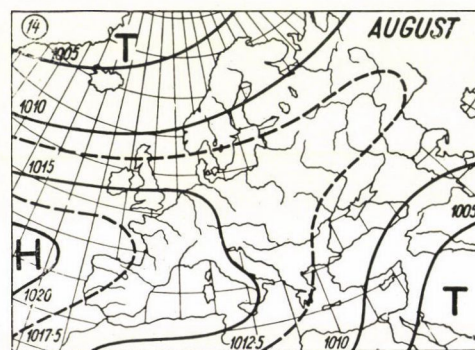


Abb. 14

gleiche Lagen der Hauptaktionszentren charakterisiert und deshalb durch gleiche Zirkulationsverhältnisse bestimmt. Dementsprechend werden die erwähnten Monatsgruppen der Reihe nach folgendermassen genannt: *synoptische Winterperiode*, *synoptische Sommerperiode* und *synoptische Frühjahrsperiode*; in diesen entwickeln sich die meteorologischen Erscheinungen qualitativ in ähnlicher Weise, während ihre quantitative Ausgestaltung vom normalen barischen Feld des betreffenden Monats sowie von dessen Abweichung vom vorhergehenden Monat der gegebenen synoptischen Jahreszeit abhängt.

c) Die Monate Mai und September werden als *synoptische Übergangsperioden* bezeichnet, da die meteorologischen Erscheinungen in diesen Monaten eine andere Entwicklung einschlagen. Diese Monate bilden nämlich entweder die Fortsetzung der vorhergehenden Jahreszeit oder sind Vorläufer der nachfolgenden synoptischen Jahreszeit.

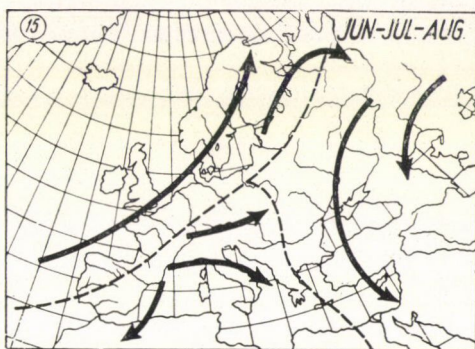


Abb. 15

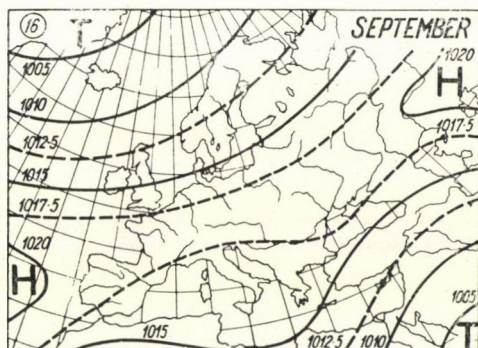


Abb. 16

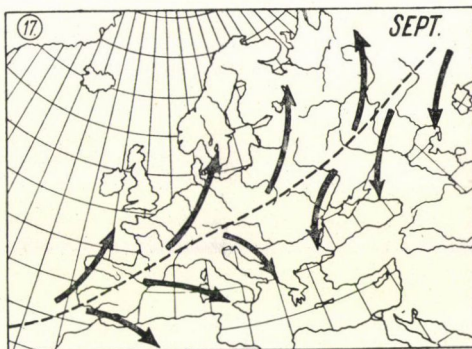


Abb. 17

B) Der nächste Schritt unserer Arbeiten bestand in der Untersuchung der Häufigkeit der oben unterschiedenen 16 barischen Typen. Die ermittelten Häufigkeitswerte wurden auf die bereits erwähnten Kartothekblätter aufgetragen und werden hier in den Tabellen der Typenbeschreibungen im Anhang wiedergegeben.

C) Gestützt auf die barischen Typen wurde eine grosszügige Untersuchung in Angriff genommen, auf Grund deren für Südosteuropa vorläufig 7 Zirkulationstypen festgestellt wurden. Diese Typen sind :

nördlich kontinental
 südlich kontinental
 östlich kontinental

südöstlich maritim
westlich ozeanisch
nordwestlich ozeanisch
kontinental-maritim aus dem südöstlich-nordwestlichem
Sektor.

Für diese Typen wurde die monatliche Häufigkeit ausgerechnet, wobei ihre Dauer sowohl in Prozenten als auch in Tagen angegeben wurde. Die Häufigkeit der Zirkulationstypen innerhalb eines Jahres ist aus den Tabellen I und II ersichtlich.

Tabelle I

Die Häufigkeit der Zirkulationstypen in Prozenten

Zirkulationstypus	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	jährlich
Nördlich kontinental	9	8	9	7	9	6	4	8	15	11	8	8	8
Südlich kontinental	7	7	10	8	6	2	1	5	6	9	10	6	6
Östlich kontinental	15	14	11	8	7	7	5	9	14	15	16	14	11
Südöstlich maritim	20	16	18	13	10	7	5	11	15	26	22	24	16
Westlich ozeanisch	23	26	19	24	25	46	54	34	25	16	18	20	28
Nordwestlich ozeanisch ..	5	5	8	11	18	18	19	16	8	7	5	4	10
Kontinental-maritim aus dem südöstlich-nordwestlichen Sektor	21	24	25	29	25	14	12	17	17	16	21	24	21

Tabelle II

Die Häufigkeit der Zirkulationstypen in Tagen

Zirkulationstypus	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	jährlich
Nördlich kontinental	3	2	3	2	3	2	1	2	4	3	2	2	29
Südlich kontinental	2	2	3	2	2	1	0	1	2	2	3	2	22
Östlich kontinental	4	4	3	2	2	2	2	3	4	5	5	4	40
Südöstlich maritim	6	4	5	4	3	2	2	4	5	9	6	8	58
Westlich ozeanisch	7	7	6	7	8	4	17	0	8	5	6	6	102
Nordwestlich ozeanisch ..	2	1	2	4	5	5	6	5	2	2	2	1	37
Kontinental-maritim aus dem südöstlich-nordwestlichen Sektor	7	8	9	9	8	4	3	5	5	5	6	8	77

Die Folgerungen, die hinsichtlich der barischen und Zirkulationstypen aus diesem ersten Schritt gezogen werden können, lassen sich wie folgt zusammenfassen :

A) Im Vorkommen der barischen und Zirkulationstypen kann man in gewissen Teilen des Jahres und an gewissen Tagen jedes einzelnen Monats deutlich einzelne hervorspringende Zeitpunkte nachweisen.

B) Wenn ein barischer oder Zirkulationstypus innerhalb eines synoptischen Zeitabschnittes bereits aufgetreten ist, dann kehrt er auch in den nächsten Monaten zurück, u. zw. in Perioden von 28 bis 32 Tagen.

C) Die Intensität der barischen Typen verstärkt sich in allgemeinen vom 20. August bis 20. März (der Druckwert der Antizyklonenzentren nimmt zu, derjenige der Depressionen ab), während die Intensität der Typen vom 20. März bis zum 20. August allmählich abnimmt.

D) Aus der Untersuchung willkürlich herausgegriffener Fälle ging hervor, dass zu Zeiten von Sonnenfleckenmaxima und -minima sich die Deutlich-

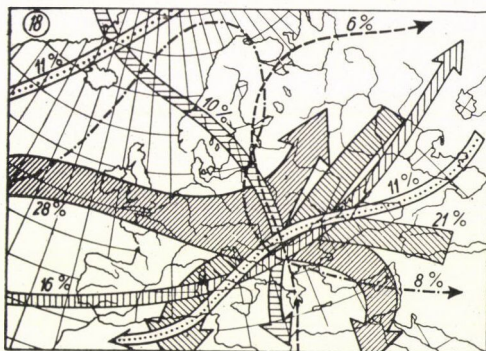


Abb. 18

keit der barischen Typen und die monatliche Änderung der Zirkulationstypen jeweils anders gestalten.

E) Die 30tägige Periode des Luftdrucks (wie z. B. die mitteleuropäischen Druckanstiege, die sehr häufig mit der Erdnähe des Mondes oder mit dem Neumond zusammenfallen) verursacht quantitative und qualitative Veränderungen in der Verteilung und Folge der barischen und Zirkulationstypen.

Dieser kurze Bericht umfasst alle Forschungen, die im Zusammenhang mit der langfristigen Wettervorhersage im Zentralinstitut für Meteorologie in Bukarest ausgeführt wurden. Weitere Forschungsarbeiten über diesen Fragenkomplex stehen in Vorbereitung.

Anhang

1. Barischer Typus (Aw)

(Abb. 19)

Dieser Luftdruckverteilungstypus entsteht so, dass sich das Azorenhoch bis zur Grenze Deutschlands verlängert, sich durch einen Sattel mit dem Hoch-

druckgebiet über Arabien verbindet und auf diese Weise das über dem mittleren Teil des Mittelländischen Meeres befindliche zyklonenetische Gebiet von dem über der Sowjetunion liegenden gewaltigen Tief trennt.

Dieser Druckverteilungstypus hat in Rumänien schönes, warmes Wetter

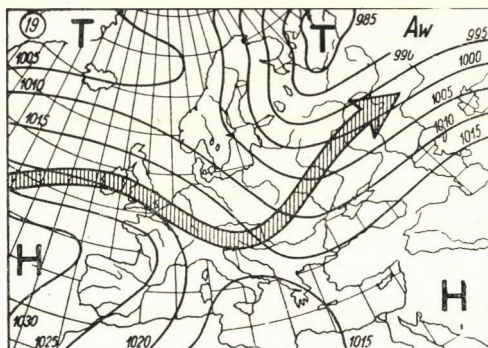


Abb. 19

mit südwestlichem Wind und mit leichten Niederschlägen in den nördlichen Landesteilen zur Folge.

Häufigkeit des 1. barischen Typus

(auf Grund der Angaben von 1899 bis 1951)

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	12,6	16,3	8,4	10,8	5,3	9,6	14,3	10,9	8,7	7,4	10,3	10,5
Häufigkeit in Tagen	3,9	4,6	2,6	3,2	1,6	2,9	4,4	3,4	2,6	2,3	3,1	3,3

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats:

Januar: 4., 10–11., 13. und 20
 Februar: 2., 4., 10–11., 21.
 März: 1–2., 8–9., 17. und 26.
 April: 6., 11., 15.
 Mai: 16., 31.
 Juni: 15., 25.

Juli: 9., 12., 15–16., 24.
 August: 6., 16., 21., 30.
 September: 5., 21.
 Oktober: 8.
 November: 8., 25., 29., 30.
 Dezember: 1–2., 17.

2. barischer Typus (Aw Ds)

(Abb. 20)

Vom Azorenhoch geht eine sekundäre Antizyklone bis über Nordfrankreich aus und setzt sich dann in einem Rücken bis zur Sowjetunion fort. Über

Island, über dem nördlichen Teil der Sowjetunion, über Arabien und über Süditalien herrschen Tiefdruckvorgänge.

Diesem Luftdruckverteilungstypus entspricht in Rumänien feuchtes und

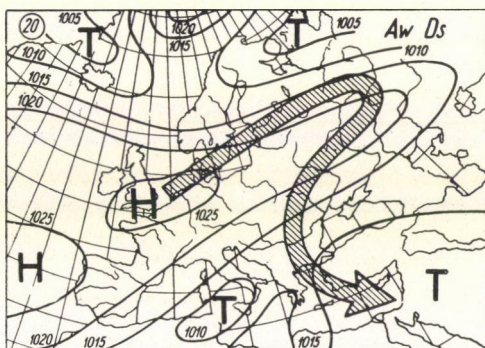


Abb. 20

anfangs regnerisches Wetter. Der Wind wendet sich und weht statt von Nordwesten nunmehr von Nordosten, wobei die Temperatur sinkt.

Häufigkeit des 2. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	4,0	3,5	3,7	5,6	5,7	18,1	22,1	16,2	7,4	2,8	3,5	3,0
Häufigkeit in Tagen	1,3	1,0	1,2	1,7	1,8	5,4	6,9	5,0	2,2	0,8	1,0	0,9

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : 21.

Februar : 13.

März : 13.

April : 27.

Mai : 23.

Juni : 4–5., 13., 16–17., 20., 26–30.

Juli : 1–4., 6., 10., 15–16., 19–23., 27–31.

August : 1–3., 6–9., 13., 18.

September : 1., 9.

Oktober : 13.

November 30.

Dezember : 22.

3. barischer Typus (Atlantisch B)

(Abb. 21)

Das Azorenhoch verlängert sich bis Polen und vereinigt sich mit einem Luftdruckmaximum, das nach Westen bis zu den Gebieten nördlich des Kaspischen Meeres vorrückt, wodurch das isländische und nordeuropäische Tiefdruckgebiet von den Depressionen über Arabien und Süditalien getrennt wird.

In Rumänien bewirkt dieser barische Typus im allgemeinen ein warmes und trockenes Wetter, mit leichtem, nördlichen Wind.

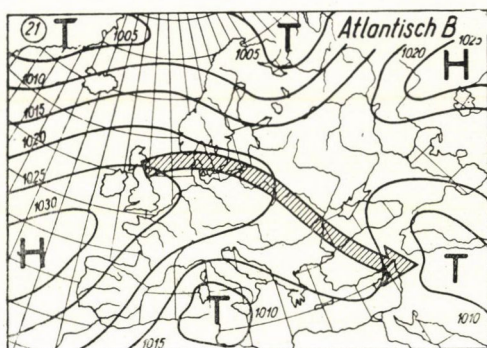


Abb. 21

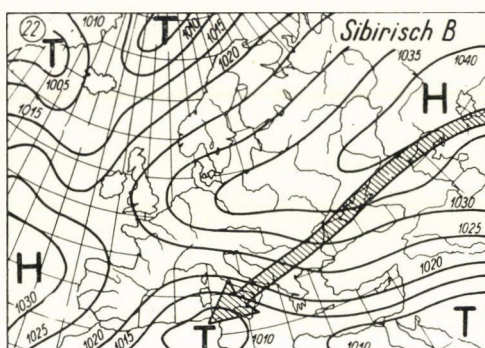


Abb. 22

Häufigkeit des 3. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	2,5	5,7	3,6	3,6	4,1	5,9	5,2	6,7	5,9	2,7	3,7	3,3
Häufigkeit in Tagen	0,8	1,6	1,1	1,1	1,3	1,8	1,6	2,0	1,8	0,8	1,1	1,0

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats:

Januar: 10.
 Februar: 20., 22.
 März: 12., 24.
 April: 22.
 Mai: 20.
 Juni: 19.

Juli: 17–18.
 August: 17.
 September: 9.
 Oktober: 10.
 November: 9.
 Dezember: 19.

4. barischer Typus (Sibirisch B)

(Abb. 22)

Der sich vom Ural bis zum Atlantischen Ozean erstreckende Hochdruckrücken hat in Rumänien grosse Kälte zur Folge, anfangs mit reichlichen Schneefällen, später mit trockenem Wetter. Im Sommer ist das Wetter in diesem Fall sehr warm und trocken.

Die Windrichtung ist ENE.

Häufigkeit des 4. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	12,6	10,5	8,0	4,1	3,3	0,9	0,2	1,1	7,9	11,9	12,4	10,9
Häufigkeit in Tagen	3,9	2,9	2,5	1,2	1,0	0,3	0,1	0,3	2,4	3,7	3,7	3,4

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : 8., 21–24.

Februar : 8–9., 25.

März : 3.

April : 18.

Mai : 8.

Juni : 1.

Juli : —

August : 16.

September : 28–29.

Oktober : 11., 15–16., 20.

November : 2., 10., 20., 24.

Dezember : 9–10., 19–21.

5. barischer Typus (Ae)

(Abb. 23)

Die charakteristischen Züge dieser Luftdruckverteilung sind : eine Anti-zyklone, die halb Europa bedeckt, und der Rückzug des Azorenhochs, was die Ausbreitung des Islandtiefs nach Süden, bis Frankreich, ermöglicht.

Auch über Nordafrika liegt eine Depressionszone.

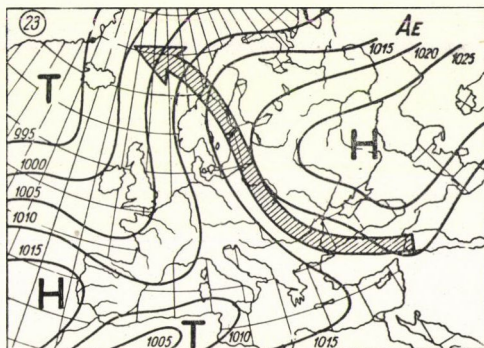


Abb. 23

Mit diesem barischen Typus geht in Rumänien schönes, trockenes, warmes Wetter einher, ausgenommen im Winter, wo in den südlichen und westlichen Landesteilen Kälte herrscht.

Die Windrichtung ist SSE.

Häufigkeit des 5. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	3,4	5,2	6,4	5,2	4,2	1,5	1,3	2,5	3,4	6,7	7,7	4,4
Häufigkeit in Tagen	1,1	1,4	2,0	1,6	1,3	0,4	0,4	0,8	1,0	2,1	2,3	1,4

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats:

Januar: 17.

Februar: 9.

März: 23.

April: 1.

Mai: 4.

Juni: 22.

Juli: —

August: 28.

September: 30.

Oktober: 31.

November: 3.

Dezember: 2.

6. barischer Typus (Bsw—Ne)

(Abb. 24)

Die charakteristischen Züge dieses Luftdruckverteilungstypus sind: eine Hochdruckzone, die sich von der Gegend des Eismeres über die nord-

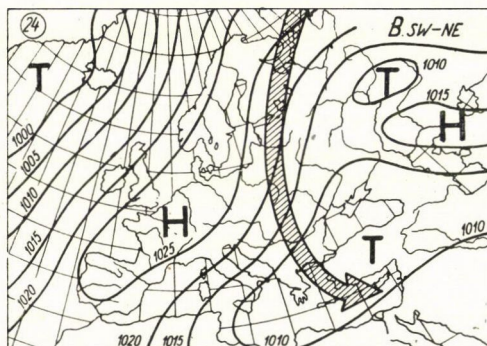


Abb. 24

westliche Hälfte Europas bis nach Nordwestafrika erstreckt, während über Island und der südöstlichen Hälfte Europas Tiefdruckgebiete herrschen.

Dieser Typus bewirkt in Rumänien ein kaltes, feuchtes, niederschlagsreiches Wetter mit lebhafter nördlicher Strömung. Im Spätfrühling und Frühjahr treten Fröste auf.

Häufigkeit des 6. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	2,6	4,0	3,2	3,6	7,0	6,6	8,5	6,7	3,1	2,6	2,3	3,4
Häufigkeit in Tagen	0,8	1,1	1,0	1,1	2,2	2,0	2,6	2,1	0,9	0,8	0,7	1,1

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : 27.
Februar : 20.
März : 29.
April : 25.
Mai : 23.
Juni : 18.

Juli : 19., 22.
August : 11., 23.
September : 6.
Oktober : 5.
November : 27.
Dezember : 7.

7. barischer Typus (Sattel)

(Abb. 25)

Dieser Typus entsteht dadurch, dass sich die sibirische Antizyklone über Mitteleuropa mit der azorischen trifft. Dieser Hochdruckrücken trennt

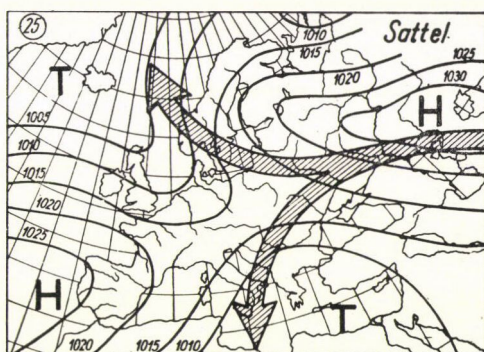


Abb. 25

dann das sich bis Norddeutschland erstreckende Islandtief vom Tiefdruckgebiet über dem Mittelländischen Meer.

Dieser Luftdruckverteilung entspricht in Rumänien feuchtes, nebeliges Wetter mit leichten Niederschlägen, im Sommer mit Temperaturzunahmen und im Winter mit Abkühlung.

Häufigkeit des 7. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	10,0	9,0	8,4	8,7	5,5	4,7	4,5	10,6	9,3	7,3	6,4	7,5
Häufigkeit in Tagen	3,1	2,5	2,6	2,6	1,7	1,4	1,4	3,3	2,8	2,3	1,9	2,3

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : 2., 6.
Februar : 1., 3.
März : 6.
April : 5.
Mai : 5.
Juni : 11.

Juli : 27.
August : 6., 9., 26.
September : 1-4., 19.
Oktober : 23.
November : 5.
Dezember : 24-25.

8. barischer Typus (Dc)

(Abb. 26)

Dieser Typus wird durch ein Tiefdruckgebiet oder eine Tiefdruckfamilie über dem zentralen Teil Europas, insbesondere über dem mittleren Becken des Mittelländischen Meeres gekennzeichnet. Im Westen und Osten befinden sich Hochdruckgebiete.

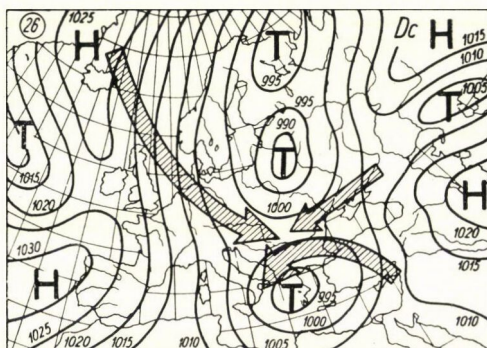


Abb. 26

Dieser Luftdruckverteilung entspricht in Rumänien ein warmes, feuchtes und sehr niederschlagsreiches Wetter, u. zw sowohl im Sommer als auch im Winter

Der Wind weht anfangs von Südosten, später wendet er sich und wird östlich, nordöstlich und nordwestlich.

Häufigkeit des 8. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	12,3	7,6	17,8	20,4	16,6	17,9	17,6	12,6	9,3	9,2	12,6	13,2
Häufigkeit in Tagen	3,8	2,1	5,5	6,1	5,2	5,1	5,4	3,9	2,8	2,9	3,8	4,1

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats:

Januar: 18., 19., 31.
 Februar: 13., 22–23., 28.
 März: 1–5., 8–10., 24., 27–29.
 April: 7–10., 16–25.
 Mai: 4–5., 10., 14., 17–18., 31.
 Juni: 1–3., 5–7., 14., 18.

Juli: 4–5., 7–8., 11–13., 26., 28.
 August: 14–15.
 September: 11.
 Oktober: 27–29.
 November: 13–15., 26.
 Dezember: 4–5., 15., 30.

9. barischer Typus (AcNw)

(Abb. 27)

Bei diesem Typus wird die atmosphärische Lage einestails durch die azorische Antizyklone, anderenteils durch die über dem zentralen Teil des Mittelländischen Meeres und über dem Schwarzen Meer gelegenen tiefen Depressionen gesteuert.

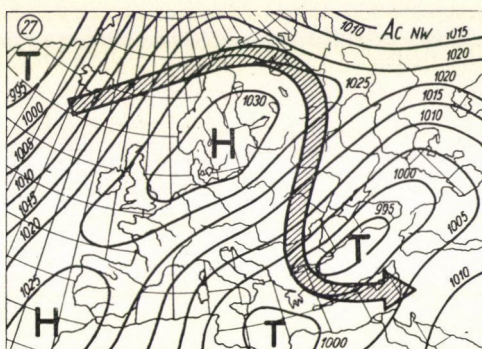


Abb. 27

Die entsprechende Witterung in Rumänien ist kalt, mit viel Regen, die Windrichtung ist nördlich.

Häufigkeit des 9. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	7,2	6,4	5,3	7,8	9,8	13,0	9,7	11,2	8,6	6,4	5,4	6,6
Häufigkeit in Tagen	2,2	1,7	1,6	2,3	3,0	3,9	3,0	3,5	2,6	2,0	1,6	2,0

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats:

Januar 1.

Februar : 17.

März : 27.

April : 23

Mai : 23-24., 26-27.

Juni: 16., 18., 20–23., 28., 30.

Julij: 1-2., 13.

August: 4., 12., 31.

September: 4.

Oktober: 9.

November : 12.

Dezember : 10.

10. *barischer Typus* (Ac)

(Abb. 28)

Diesen Typus kennzeichnet eine gewaltige Antizyklone, deren Zentrum über dem westlichen Teil Europas liegt.

Eine solche Druckverteilung bewirkt in Rumänien kaltes und trockenes Wetter.

Häufigkeit des 10. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	6,9	5,5	6,6	3,4	5,5	4,2	3,3	4,4	12,3	7,5	4,5	4,0
Häufigkeit in Tagen	2,1	1,5	2,0	1,0	1,7	1,3	1,0	1,4	3,7	2,3	1,4	1,2

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : 26—27.
 Februar : 7., 27.
 März : 18., 26.
 April : 21.
 Mai : 13., 25.
 Juni : 2.

Juli : 31.
 August : 29.
 September : 5—6., 12—13., 15., 25—30.
 Oktober : 7—8., 16.
 November : 14.
 Dezember : 24.

11. barischer Typus (As)

(Abb. 29)

Die Charakteristika dieses Typus sind eine Antizyklone über der südlichen Hälfte Europas und ein gewaltiges Tiefdruckgebiet im Norden.

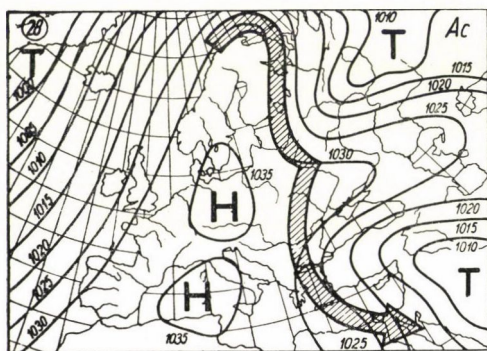


Abb. 28

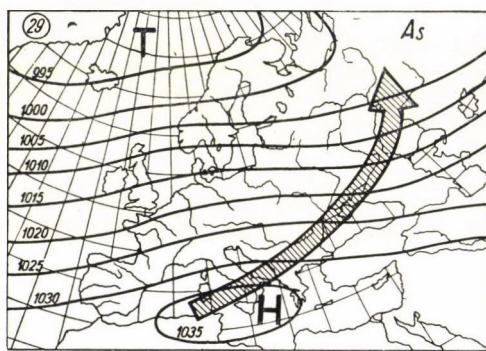


Abb. 29

Während der Herrschaft dieses Typus ist das Wetter in Rumänien anhaltend schön und warm. Die Windrichtung ist SW.

Häufigkeit des 11. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	8,0	7,7	7,0	5,2	3,6	4,1	3,5	7,0	7,2	10,0	6,6	9,2
Häufigkeit in Tagen	2,4	2,1	2,2	1,6	1,1	1,2	1,1	2,2	2,1	3,1	2,0	2,9

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : 12., 25.
 Februar : 6., 20.
 März : 5., 21–22.
 April : 29.
 Mai : 19.
 Juni : 18.

Juli : 7.
 August : 17.
 September : 15–16.
 Oktober : 15–16.
 November : 12., 19.
 Dezember : 29.

12. barischer Typus (Ase)

(Abb. 30)

Charakteristisch für diese Luftdruckverteilung sind eine Antizyklone über Südosteuropa und ein Tief im Nordwesten.

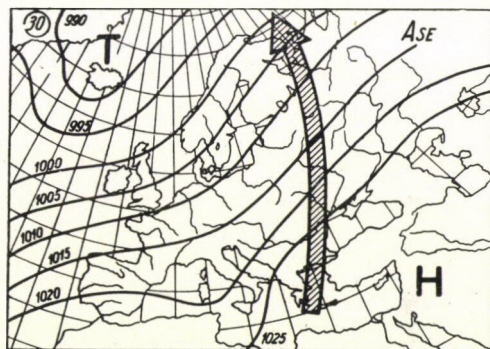


Abb. 30

In Rumänien ist die Witterung warm und schön, mit Südwind.

Häufigkeit des 12. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	12,2	9,9	11,3	7,7	6,7	2,7	1,2	2,9	8,7	16,2	15,4	14,9
Häufigkeit in Tagen	3,8	2,8	3,5	2,3	2,0	0,8	0,4	0,9	2,6	5,0	4,6	4,6

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : 1., 3., 24., 31.
 Februar : 2., 27.
 März : 10., 13., 17.
 April : 1., 19.
 Mai : 29.
 Juni : —
 Juli : —

August : —
 September : 19.
 Oktober : 2., 8., 13., 21–24., 26–27.,
 30–31.
 November : 7., 9., 26–27.
 Dezember : 1–3., 9., 18–20., 28.,
 30–31.

13. barischer Typus (Nordwestlich-südöstlicher Sattel)

(Abb. 31)

Dieser Typus entsteht dadurch, dass sich eine nordatlantische Antizyklone mit der über dem Kaukasus liegenden Antizyklone vereinigt, indem sie einen Sattel bildet. Über dem mittleren Teil des Mittelländischen Meeres und dem nördlichen Teil der Russischen Ebene befindet sich ein Tiefdruckgebiet.

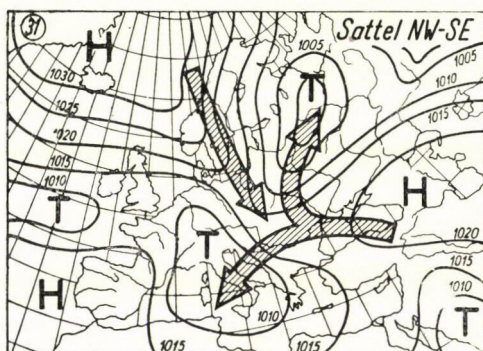


Abb. 31

In dieser Lage ist das Wetter in Rumänien veränderlich, mit schwachen lokalen Niederschlägen normaler Temperatur und mit Luftbewegungen, die von Nordwesten und Südwesten her konvergieren.

Häufigkeit des 13. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	1,2	3,1	2,8	4,3	9,0	3,1	1,3	2,1	3,0	3,2	2,6	3,4
Häufigkeit in Tagen	0,4	0,8	0,9	1,3	2,8	0,9	0,4	0,6	0,9	1,0	0,8	1,0

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : 28.
 Februar : 11.
 März : 24.
 April : 30.
 Mai : 1., 6—7., 9.
 Juni : 13.

Juli : —
 August : —
 September : 29.
 Oktober : 8.
 November : 4.
 Dezember : 16.

14. barischer Typus (An)

(Abb. 32)

Es kommt zu diesem Typus, indem sich die grönländische Antizyklone nach Süden bis zur Tschechoslowakei ausbreitet. Über der Sowjetunion, über Südwesteuropa und über Arabien befinden sich stationäre Tiefdruckgebiete

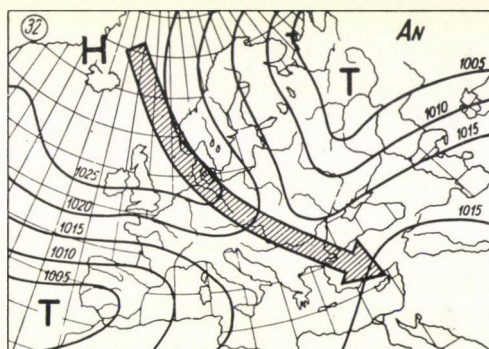


Abb. 32

Dieser Lage entspricht in Rumänien kaltes Wetter mit teilweisen Niederschlägen. Die Windrichtung ist NNW.

Häufigkeit des 14. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	1,1	1,2	2,6	3,0	6,5	3,1	3,4	1,2	1,9	2,0	1,8	0,6
Häufigkeit in Tagen	0,3	0,3	0,8	0,9	2,0	0,9	1,1	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats:

Januar: 29.
 Februar: — (18).
 März: 12.
 April: 18., 23.
 Mai: 4., 6., 14., 19., 21., 27–28.
 Juni: 12.

Juli: 15.
 August: —
 September: +
 Oktober: +
 November: —
 Dezember: —

15. barischer Typus (Dw Ane)

(Abb. 33)

Dieser Luftdruckverteilungstypus wird durch ein tiefes Depressionsgebiet über Südeuropa und durch eine Antizyklone über der nordöstlichen Hälfte unseres Kontinents charakterisiert.

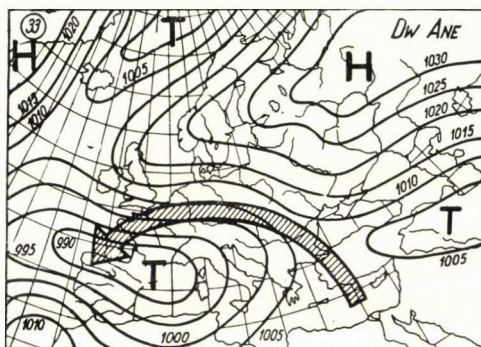


Abb. 33

In Rumänien ist hierbei das Wetter feucht, neblig, verhältnismässig warm; die Windrichtung ist SE.

Häufigkeit des 15. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	3,4	7,7	4,3	5,9	6,1	4,2	2,4	3,1	2,8	3,6	4,7	5,0
Häufigkeit in Tagen	1,1	2,1	1,3	1,8	1,9	1,3	0,7	1,0	0,8	1,1	1,4	1,6

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats:

Januar: 30.
 Februar: 4., 12., 17., 19–20., 27.
 März: 7–8., 19–20.
 April: 2., 7., 13., 16., 25., 27., 29–30.
 Mai: 9–11., 13–14., 16., 18., 25–28.
 Juni: 8, 17., 26.

Juli: 21.
 August: 16., 20.
 September: 21.
 Oktober: 11., 13., 23.
 November: 17–20.
 Dezember: 6–7., 12., 23.

16. barischer Typus (Unstabil)

(Abb. 34)

Charakteristisch für diesen Typus ist eine sich vom Atlantischen Ozean über Mitteleuropa bis zur Sowjetunion erstreckende Depressionskette, während Nordeuropa, Spanien und die Balkanhalbinsel von Antizyklonen beherrscht werden.

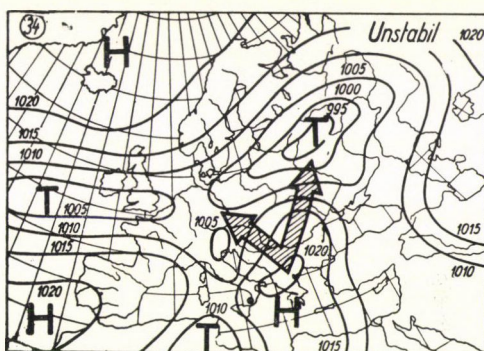


Abb. 34

Das Wetter in Rumänien ist veränderlich, einem regenreichen Tag folgt ein schöner Tag, wonach dann wieder feuchtes, regnerisches Wetter folgt.

Häufigkeit des 16. barischen Typus

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Häufigkeit in %...	0,0	0,2	0,6	0,7	1,1	1,3	1,5	0,8	0,5	0,5	0,1	0,1
Häufigkeit in Tagen	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0

Am häufigsten an folgenden Tagen des Monats :

Januar : —
 Februar : —
 März : +
 April : —
 Mai : 27.
 Juni : 13.

Juli : 18.
 August : 1.
 September : —
 Oktober : —
 November : —
 Dezember : —

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОСРОЧНОЙ ПРОГНОЗЫ ПОГОДЫ В РУМЫНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Н. ТОПОР

Р е з ю м е

Первым шагом начатых в Румынии в 1951 году исследований долгосрочных прогнозов погоды было наглядное распределение на картах всего материала наблюдений, распространяющихся на период от 1886—1951 гг., чтобы таким образом получить возможность для легкого проведения обособления различных типов погоды. После типизации местных данных, была проведена типизация барических и циркуляционных условий над Европой, и после этого изыскалась связь между местной погодой и циркуляционными типами. Были исследованы также периоды, встречающиеся в проявлении типов, далее было принято во внимание также действие деятельности Солнца и Луны. На основании общих барических и циркуляционных условий, год был распределен на следующие синоптические периоды: зимний (октябрь—февраль), весенний (март—апрель), летний (июнь—август), а также и на переходные синоптические периоды (май и сентябрь).

Устанавливались 16 типов распределения атмосферного давления над Европой, и изготовлялась также месячная частота этих типов. Определение типов проверялось согласно распределению главных центров атмосферного давления, но главным образом по распределению антициклонов. Из этих типов 7 связаны с антициклонами азорского происхождения, 3 типа связаны с положением сибирского максимума, 2 типа с вторжением арктических антициклонов, 2 с средиземноморскими циклонами, 1 с атлантическим циклоном и 1 с формировавшейся между северозападными и юговосточными антициклонами седловиной. На основании поля потока, связанного с барическими типами и в зависимости от того, от какого направления или с какой земной поверхности (материка или моря) поток исходит, были установлены 7 циркуляционных типов.

Полученные циркуляционные типы суть следующие: 1. северный континентальный, 2. южный континентальный, 3. восточный континентальный, 4. юговосточный морской, 5. западный океанский, 6. северозападный и 7. происходящие из юговосточного северозападного секторов континентально-морские типы.

Определялись также частоты циркуляционных типов для каждого месяца, которые приводятся на приложенных к статье таблицах.

LONG-RANGE FORECASTING RESEARCH IN THE RUMANIAN PEOPLE'S REPUBLIC

By

N. TOPOR

S u m m a r y

In Rumania, long-range forecasting research began in 1951. The first step was to arrange the observation material available for the period 1886—1951 in a card-index system easy to survey and readily permitting to dissociate the different types of weather. The local data typified, there followed the typification of the baric and circulatory conditions over Europe. Thereafter it was sought to detect the correlations existing between the types of local weather and those of the circulation. The periods in which the different types had occurred were also studied, and due attention was paid to the effects of the solar activity as well as the Moon. Based on the average baric and circulatory conditions the year was divided into synoptic winter (October—February), synoptic spring (March—April), synoptic summer (June—August), and synoptic intermediate (May and September) periods.

Pressure distribution over Europe was differentiated into 16 types, and the monthly frequencies of each type were established dependent on the positions occupied by the principal pressure centres and, chiefly, by the anticyclones. Of the 16 types, 7 are in connection with the anticyclones of Azorian origin, 3 with the position of the Siberian maximum, 2 with the forward sweeping polar anticyclones, 2 with the Mediterranean cyclones, 1 with the Atlantic cyclones, and 1 with the ridge forming between the north-western and south-eastern anticyclones. Based upon the field of flow connected with the baric type, 7 circulatory types were derived depending on the direction and the surface (whether land or sea) from which the flow arrived.

The circulatory types obtained are as follows: (i) northern continental, (ii) southern continental, (iii) eastern continental, (iv) south-eastern maritime, (v) western oceanic, (vi) north-western oceanic, (vii) continental-maritime originating from the southeast-northwestern sector

Tables annexed to the paper present the monthly frequencies of the individual types of circulation.

ZIRKULATIONSINDEXE, ZYKLONENENTSTEHUNG UND ZYKLONENBAHNEN IN EUROPA

Von
T. KOPCEWICZ

POLNISCHES STAATL. HYDROLOGISCHES UND METEOROLOGISCHES INSTITUT, WARSCHAU

Die Kenntnis des zonalen Zirkulationsindexes über dem Atlantischen Ozean und Europa ermöglicht die Systematisierung des statistischen Materials über die Häufigkeit und über gewisse Zugstrassen der Zyklonen [1]. Es ist allerdings zu bemerken, dass die statistische Aufarbeitung gleichzeitiger Witterungsangaben keinen Wert für die Prognose darzustellen vermag, wenn sie nicht Hand in Hand mit der Untersuchung des physikalischen Zustandes der Atmosphäre erfolgt. Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass die am gleichen Ort entstehenden Zyklonen sehr unterschiedlich hinsichtlich ihres Entwicklungsgrades, ihrer Lebensdauer und ihrer Zugstrassen sein können. Dies bedeutet wiederum, dass sie an einem gegebenen Ort eine jeweils andere Witterung hervorrufen.

Neuere Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften der Zyklonen ermöglichen nun die Feststellung der wahrscheinlichsten Zugrichtung der Zyklone in jeder gegebenen Wetterlage. So wies *Rossby* nach [2], dass eine enge Beziehung zwischen dem zonalen Zirkulationsindex und der Struktur der Zyklonen besteht, und nahm eine Klassifizierung der Zyklonen nach der Grösse des Indexes vor. Diese Überlegung unterscheidet sich von der Auffassung von *Stüve* und *Mügge* [3], die im Jahre 1935 die Beziehung zwischen dem Zug der bodennahen Zyklonen und dem Höhenwind feststellten. Ihre Feststellungen wurden dann von *Baur* bei der Ausarbeitung der deutschen langfristigen Vorhersagen vor dem letzten Weltkrieg verwendet [4].

Der Vortragende stellte auf Grund der Arbeit von *Riehl* [5] eine gewisse Beziehung zwischen den Ergebnissen von *Stüve—Mügge* und denen von *Rossby* fest.

Nach G. *Stüve* und R. *Mügge* :

1. Weststeuerung
2. Trogsteuerung

Nach C. G. *Rossby* :

- (A) Hoher Wert des zonalen Zirkulationsindexes
- (B) Niedriger Wert des zonalen Zirkulationsindexes

- | | |
|---|--|
| 3. Steuerung durch Hochdruck-
rücken | (C) Niedriger Wert des zonalen
Zirkulationsindex |
| 4. Südweststeuerung | (D) Niedriger Wert des zonalen
Zirkulationsindex |
| 5. Oststeuerung | (E) Sehr niedriger (negativer) Wert
des zonalen Zirkulationsindex |

Die Zyklonenbahnen werden nach den 5 Typen der Steuerung der bodennahen Zyklonen klassifiziert, u. zw. auf Grund der Kartierung der 5tägigen Luftdruckmittelwerte in 3000 m Höhe. Da die zonalen Zirkulationsindexe im Sommer im allgemeinen klein sind und auch gewisse Schwankungen zeigen, sollen der Herbst, der Winter und das Frühjahr gemeinsam untersucht werden. Insgesamt seien also 6 Fälle untersucht, u. zw. fünf Fälle in der Zeit von Herbst bis Frühjahr und als sechster der des Sommers.

Fall Nr. 1 : Weststeuerung — (A) Grosse Indexwerte
(Abb. 1)

Dieser Fall wird durch die folgende Druckverteilung gekennzeichnet. Auf der Erdoberfläche:

a) Die azorische und levantinische Antizyklone (letztere ist eine warme Antizyklone über dem östlichen Becken des Mittelländischen Meeres) befinden sich in normaler Lage und die Drücke entsprechen im grossen und ganzen den mittleren Monatswerten.

b) Das Tief über Island und dem Weissen Meer ist gut entwickelt.

In einer Höhe von 3000 m (Abb. 1) verlaufen die Isobaren nahezu parallel den Breitengraden, und die Tiefdruckrinne, die sich im allgemeinen über Mitteleuropa auszudehnen pflegt, ist nur schwach ausgebildet. Diesem Druckfeld entsprechen in 3000 m Höhe Westwinde von beträchtlicher Geschwindigkeit. Diese Geschwindigkeiten sinken dann im gleichen Ausmass, wie sich die Strömung nach Süden verschiebt.

Zur Zeit der grossen Indexwerte ziehen ganze Zyklonensysteme mit grosser, fast konstanter Geschwindigkeit ihre Bahn, und über den betreffenden Gebieten spielen sich infolge des Durchzuges der Zyklonen nahezu regelmässige Wetteränderungen ab.

Liegt die Polarfront genügend weit im Norden, so erfolgt der Zug über die Bahnen A—1 und A—2 und wendet sich dann vom Weissen Meer nach Südosten. Wenn sich dagegen die zyklonenetischen Gebiete nach Süden verschieben, gehen die Zyklonenserien über die Bahnen A—3 und A—4. Im letzteren Falle wird ihr Weg von den skandinavischen Gebirgen gestört, was ihren Zug verlangsamt und ihre allmähliche Auffüllung verursacht. In der Mehrzahl verschwinden sie dann über Finnland.

Der Fall mit grossem Indexwert lässt sich leichter vorhersagen als der mit kleinem, da die Bewegung auf einfache Weise und mit konstanter Geschwindigkeit vor sich geht. Dieser Fall pflegt in Europa 5 bis 6 Tage anzudauern und tritt häufig in der kalten Jahreszeit auf (hauptsächlich im Herbst und Winter, seltener im Frühjahr, im Sommer jedoch fast niemals).

Dieses stationäre Höhenwindssystem, das den Typus mit grossem Indexwert charakterisiert, erleidet gewisse Störungen, wenn in den höheren Luftschichten ein Druckanstieg eintritt, sowie wenn sich die azorische Antizyklone nach Norden ausdehnt, was einen besonders wichtigen Fall darstellt. In diesem

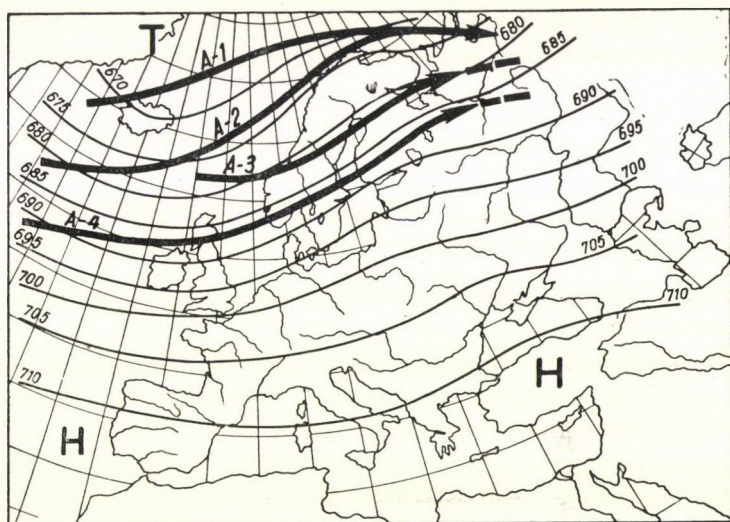


Abb. 1. Die Verteilung der fünftägigen Mittelwerte des Luftdruckes in 3000 m Höhe bei grossen Indexwerten der zonalen Zirkulation (Weststeuerung). Zyklonenbahnen : A-1, A-2, A-3 und A-4

Falle hört die erste Lage auf, und der zweite oder dritte Fall tritt ins Spiel ein. Aus unseren Statistiken geht hervor, dass der Übergang zum zweiten Fall im Winter und der zum dritten Fall im Herbst oder im Frühjahr häufig ist.

*Fall Nr. 2 : Trogsteuerung — (B). Kleine Indexwerte
(Abb. 2)*

Dieser Fall wird durch die folgende Druckverteilung charakterisiert. Auf der Erdoberfläche :

a) Die azorische und levantinische Antizyklone sind stärker als normal und breiten sich nach Norden aus. Die azorische Antizyklone erreicht die Britischen Inseln und die levantinische die nördliche Ukraine.

b) Das isländische Tief hat sich nach Nordosten verschoben.

In einer Höhe von 3000 m bildet sich eine tiefe und meistens ausgedehnte Tiefdruckrinne aus, die von Südwestfinnland bis zum mittleren Teil des Mittelländischen Meeres reicht. Solange diese Situation besteht, vertieft sich die Tiefdruckrinne sukzessive, wobei der Golf von Genua zum Ort der Zyklongenese wird.

Dieser Druckverteilung entsprechen die folgenden Zugstrassen: die über dem Atlantischen Ozean entstandenen Zyklonen folgen der Zyklonenbahn B—1. Ihre Okklusion spielt sich über Island ab. Danach ziehen die alten und okkludierten Zyklonen langsam nach Nordosten, bis sie in der sehr ausgedehnten nördlichen Depressionszone aufgehen.

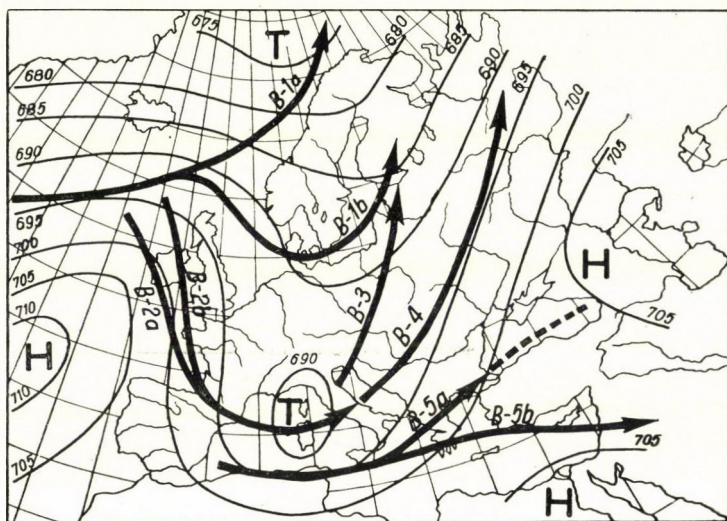


Abb 2. Die Verteilung der fünftägigen Mittelwerte des Luftdruckes in 3000 m Höhe bei kleinen Indexwerten der zonalen Zirkulation (Trogsteuerung). Zyklonenbahnen: von B-1a, B-1b bis B-5b

Wenn der Hochdruckrücken, der aus der Fortpflanzung der azorischen Antizyklone nach Norden entstanden war, nicht bis England reicht, geht die Zyklongenese über der Nordsee vor sich. Es bilden sich hier sekundäre Zyklonen und ziehen mit beträchtlicher Geschwindigkeit auf der Bahn B—1b gegen die Ostsee zu, wo sich ihre Geschwindigkeit verringert, wobei sie sich auffüllen und verschwinden.

Erreicht dagegen der Hochdruckrücken Nordeuropa, so ziehen weniger tiefe Zyklonen auf den Bahnen B—2a und B—2b. Diese Zyklonen verursachen nur auf einem verhältnismässig schmalen Streifen zwischen dem 55. Breitengrad und dem Mittelländischen Meer schlechtes Wetter. Sie bewegen sich längs des Randes des azorischen Rückens fort (Bahnen B—2a und B—2b). Wenn sie das Mittelländische Meer erreichen und in die Nähe des Golfes von Genua

gelangen, tritt ihre rasche und häufig sehr heftige Vertiefung ein. Es kann auch vorkommen, dass sie sich mit dem Tief von Genua vereinigen, dessen Aktivität dadurch gesteigert wird. Zur richtigen Vorhersage ihres Verhaltens über dem Mittelländischen Meer (nämlich ihres Überganges von schwacher Aktivität zu grosser oder gar sehr grosser Aktivität) ist es notwendig, sich eine Drucktendenzkarte dieses Gebietes anzufertigen, sobald das Tief in den Golfe du Lion einzudringen beginnt.

Die Vorbedingungen der Zyklogenese sind auch in jenem Abschnitt der Tiefdruckrinne vorhanden, der südlich des Golfes von Genua liegt. Die hier entstehenden Zyklonen ziehen im Winter auf der Bahn B—5a nach Sibirien oder auf der Bahn B—5b gegen das Schwarze Meer zu, wo sie sich verlangsamen und ausfüllen. Im Frühjahr und im Herbst bewegen sie sich hauptsächlich auf den Bahnen B—3 und B—4, insbesondere dann, wenn die Polarfront über Osteuropa eine nordöstlich-südwestliche Lage aufweist. Während ihrer Bewegung kann sich ihre Aktivität erhöhen, was vornehmlich dann der Fall ist, wenn sie während ihrer Progression in den unteren Luftschichten auf schwache Zyklonen treffen, deren Existenz aus der 3000-m-Karte nicht hervorgeht, was sehr häufig ist. Nach Erreichen des östlichen Teils der Ostsee okkludieren sie sich, verlangsamen sich und verschwinden dann rasch.

Gelangt der azorische Rücken bis Island, während sich gleichzeitig über Grönland eine aktive kontinentale Antizyklone befindet, so strömt die Polarluft in Osteuropa bis zum mittleren Teil des Mittelländischen Meeres hinunter und ruft dort ein kaltes Wetter hervor. Solche Fälle pflegen vor allem im Frühjahr aufzutreten. Die levantinische Antizyklone weist nur eine geringe Ausdehnung auf, so dass der Zyklonenzug vom Mittelländischen Meer gegen Osten zu ungestört weitergeht.

Der Zug der Zyklonen längs der Tiefdruckrinne pflegt, wie bereits erwähnt, im allgemeinen, nach der Beendigung des Falles Nr. 1, also des Falles mit dem grossen Indexwert, einzutreten. Die Dauer des Zuges kann sich auf 3 bis 7 Tage erstrecken, und wenn sich hierbei die wesentlichen Charakterzüge stark ausbilden (wie z. B. die Ausbreitung der azorischen und levantinischen Antizyklone nach Norden oder die nach Nordosten verschobene tiefe isländische Zyklone), dann ist die Aufgabe der Vorhersage innerhalb dieser Zeitspanne von 3 bis 7 Tagen leicht zu lösen.

Wenn sich die azorische Antizyklone nach Nordosten fortpflanzt und der Hochdruckrücken auf der 3000-m-Karte Südnorwegen erreicht, verlängert sich die Tiefdruckrinne und teilt sich später in zwei Teile. Der eine breitet sich nach Norden aus, wobei er die Südspitze Norwegens berührt, während der andere bis zur Südseite der Alpen hinunterreicht. Diese Zweiteilung der Tiefdruckrinne kann auch dadurch verursacht werden, dass sich die levantinische Antizyklone nach Nordosten ausdehnt. Es ist zu bemerken, dass in einigen Ausnahmefällen, die aber dennoch von Bedeutung sind, die Verstärkung

des Höhentroges im nordwestlichen Teil der Sowjetunion (die durch den Einbruch nordrussischer kalter Luftmassen hervorgerufen wird) zur Folge hat, dass das Höhentief eine Rückwärtsbewegung nach Südwesten ausführt. In diesem Falle kommt es zu einer Verstärkung und Aktivierung der mittelländischen Depression, wogegen der Nordabschnitt der Tiefdruckrinne verschwindet und an seine Stelle nördlich vom 50. Breitengrad ein Hochdruckrücken tritt.

Fall Nr. 3: Steuerung durch Hochdruckrücken — (C)

Kleine Indexwerte (Abb. 3)

Dieser Fall pflegt im Winter nach Ablauf des zweiten Falles einzutreten, im Herbst und im Frühjahr dagegen sofort nach dem ersten Fall. Er lässt

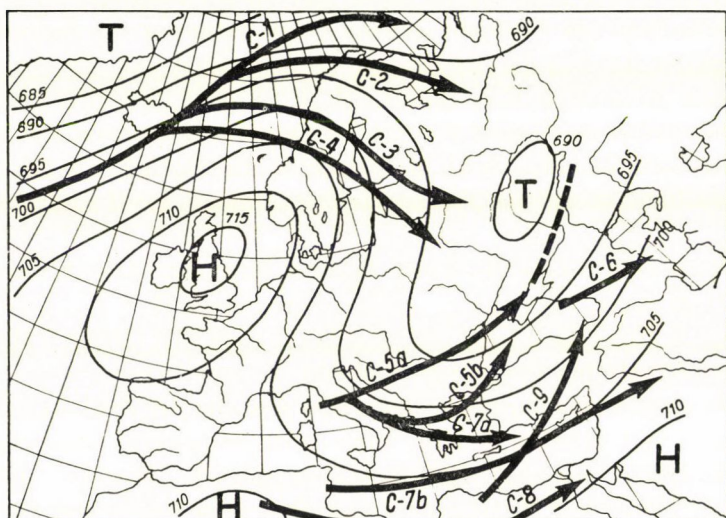


Abb. 3. Die Verteilung der fünftägigen Mittelwerte des Luftdruckes in 3000 m Höhe bei kleinen Indexwerten der zonalen Zirkulation (Steuerung durch Hochdruckrücken). Zyklonenbahnen: von C-1 bis C-9

sich durch folgende Luftdruckverteilung kennzeichnen. Auf der Erdoberfläche:

a) Die azorische Antizyklone ist stark entwickelt und weit nach Norden verschoben, während die levantinische Antizyklone weit im Osten gelegen ist, häufig sogar jenseits des Kaspischen Meeres.

b) Das isländische Tief teilt sich im allgemeinen in zwei Teile.

In einer Höhe von 3000 m erstreckt sich der vom Azorenhoch ausgehende Hochdruckrücken bis Norwegen. Die hoch über Osteuropa befindliche Tiefdruckrinne kann sehr tief sein, wenn sie aus der Depression von Genua entspringt, doch kann sie auch schwach sein, wenn sie die Folge einer Lage mit grossem Indexwert ist.

Jene Zyklonen, die in einer solchen Lage über dem Atlantischen Ozean entstehen, ziehen — soweit dies die Entwicklung des Antizyklonenrückens zulässt — auf den Bahnen C—1 oder C—2, C—3 und C—4 über den nord-westlichen Teil der Sowjetunion hinweg, wo sie sich im allgemeinen okkludieren und stationär werden, ebenso wie die Tiefdruckgebiete über dem Weissen Meer. Die Bahnen C—1 und C—2 kommen im allgemeinen im Winter vor, die übrigen im Herbst und Frühjahr.

Infolge der Anwesenheit des Höhentrogos werden der östliche Teil des Mittelländischen Meeres und das Schwarze Meer zum Schauplatz von Zyklogenesen. Die längs der Tiefdruckrinne entstehenden Zyklonenfamilien ziehen im Winter auf den Bahnen C—7a und C—7b und ihre letzten Glieder auf der Bahn C—8, da sich die Polarfront verschiebt. Einige Zyklonen wählen, doch nur ausnahmsweise, die Bahn C—9. Über sie ist noch sehr wenig bekannt.

Im Herbst und im Frühjahr schlagen die Zyklonen die Bahnen C—5a und C—5b gegen die Ukraine zu ein, wo sie sich dann okkludieren.

Über dem Schwarzen Meer bildet sich in vielen Fällen eine selbständige Polarfront aus, wobei die Gegend von Odessa zum Schauplatz von Zyklogenesen wird. Die hier entstehenden Zyklonen schlagen die Bahn C—6 ein.

Die Situation, in der die Tiefdrucksysteme längs des Hochdruckrückens ziehen, pflegt im allgemeinen eine längere Zeit hindurch anzudauern. Selbst wenn manchmal eine tiefe und aktive Zyklone über dem Atlantischen Ozean erscheint, pflegt diese Lage später wieder einzutreten. Ihre durchschnittliche Dauer beträgt 5 Tage, doch kann sie manchmal auch viel länger währen, vornehmlich Anfang Herbst und Ende Frühjahr.

Aus den obigen Ausführungen folgt, dass der Zug der Zyklonen in diesem Falle über dem Atlantischen Ozean, ferner über Nord- und Osteuropa sowie über den südlichen und südöstlichen Küstengebieten Europas stattfindet, während über West- und Mitteleuropa und über dem westlichen Becken des Mittelländischen Meeres keine Zyklonen anzutreffen sind.

Der Zerfall der azorischen Antizyklone kann auf mehrere Weise erfolgen. Seine Ursache liegt meistens darin, dass eine gewaltige kalte Strömung aus Grönland auf eine tiefe, auf der Bahn C—1 ziehende Zyklone trifft. Ein solcher Kaltlufteinbruch verursacht die rasche Auflösung des westlichen Teiles der Antizyklone. Nach ihrem Verschwinden tritt der einen grossen Indexwert aufweisende Fall Nr. 1 auf, oder aber der Fall Nr. 4 der Situationen mit kleinem Indexwert. Welcher von diesen beiden Fällen eintritt, hängt einerseits vom Indextypus ab, der zur Zeit des Einbruchs der Kaltluftmassen über dem mittleren Teil des Atlantischen Ozeans herrscht, und andererseits von der Intensität des Einbruchs. Es kommt manchmal vor, dass ein Tief, das vom Weissen Meere nach Südwesten vordringt und sich von der sibirischen kontinentalen Kaltluft speist, die Schwächung der azorischen Antizyklone und ihren Rückzug in die normale Lage hervorruft.

Fall Nr. 4 : Südweststeuerung — (D) kleine Indexwerte
(Abb. 4)

Dieser Fall ist durch folgende Luftdruckverteilung charakterisiert. Auf der Erdoberfläche :

a) Das isländische Tief spaltet sich in mehrere Teile, wobei eine Tiefdruckrinne von Norwegen bis zu den Azoren liegt.

Wenn diese Druckverteilung einige Tage andauert, erscheint auf der 3000-m-Karte längs der erwähnten Tiefdruckrinne über England ein gut aus-

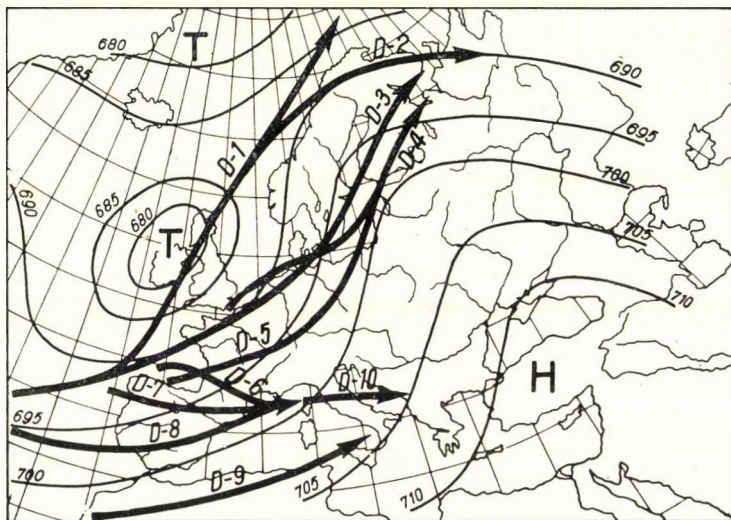


Abb. 4. Die Verteilung der fünftägigen Mittelwerte des Luftdruckes in 3000 m Höhe bei kleinen Indexwerten der zonalen Zirkulation (Südweststeuerung). Zyklonenbahnen : von D-1 bis D-10

gebildetes Tief : später bildet sich ein zweites Tiefdruckgebiet über Spanien aus. Dies tritt hauptsächlich in Fällen ein, wo die grönländische Antizyklone aktiv ist und sich von Island nach Süden ausbreitet. In diesem Falle bildet sich auf der 3000-m-Karte über Island ein Höhenhoch aus.

Die Zyklonenfamilien ziehen mit grosser Geschwindigkeit von Südwesten nach Nordosten längs des Tiefdruckkanals auf der Bahn D—1 bis nach England, wo sie sich okkludieren. Dann bewegen sie sich langsam auf der Bahn D—1 weiter. Diese Erscheinungen gehen mit der Bildung von sekundären Zyklonen über dem Ärmelkanal und der Nordsee einher. Diese ziehen auf der Bahn D—4 mit grosser Geschwindigkeit dahin, vertiefen sich und rufen heftige Winde und grosse Regenfälle im Gebiet der Nordsee hervor. Ihre Verlangsamung und Okklusion erfolgen im östlichen Teil der Ostsee.

Infolge des Durchzuges dieser Zyklonensysteme erscheint über grossen Gebieten West- und Mitteleuropas eine hohe und mittelhohe Bewölkung.

Das schlechte Wetter beschränkt sich hierbei auf die fast 350 km breite Küstenzone.

Die letzten Glieder der Zyklonenfamilien ziehen auf der Bahn D—3, die südlicher als die Bahn D—1 liegt, und schlagen manchmal, vor allem im Frühjahr und im Herbst, die Bahn D—5 ein.

Familien aus schwachen sekundären Zyklonen, die die Folge dieser primären Zyklonen sind, können auch im Golf von Genua entstehen; sie ziehen auf der Bahn D—10 und verschwinden rasch über der Küste der Balkanhalbinsel.

Nach Ausbildung des Höhentiefs über der spanischen Küste wird diese Gegend, vornehmlich im Frühjahr, zum Schauplatz der sekundären Zyklonogenese, wobei die hier entstandenen Zyklonen die Bahn D—6 einschlagen. Sie vertiefen sich schnell und verursachen heftige Stürme im Golf von Biskaya. Sobald sie über das Ufer gelangt sind, verschwinden sie gleichfalls rasch. Die an der Westküste Portugals entstehenden sekundären Zyklonen bewegen sich auf der Bahn D—7 über das Ebrotal und die Pyrenäen oder benutzen die Bahn D—8. Schliesslich dringen die letzten Glieder der Familie über die Bahn D—9, auf südlichen Zugstrassen zum Mittelländischen Meer vor.

Dieser Zyklonenzug von Südwesten nach Norden setzt dann ein, wenn die Kaltluftmassen des Mittelatlantiks nach Süden bis zum subtropischen Gürtel einbrechen, während dort eine Situation mit kleinen Indexwerten besteht. In solchen Fällen ziehen die sich längs der Polarfront bildenden Zyklonen regelmässig und mit grosser Geschwindigkeit dahin, wobei sie an einem Tage mehr als 1500 km zurücklegen. Diese Lage pflegt vor dem Auftreten des Falles Nr. 1 mit grossem Indexwert zu herrschen, manchmal bildet sich aber nach ihr der Fall Nr. 2 aus. Sie unterscheidet sich insoferne stark vom vorigen Fall, als sie keine Neigung zeigt sich zu rekonstituieren, wenn sie eine Störung erlitten hat.

Die Bewegung nach Südwesten hört erst dann auf, wenn sich die kalte polare Antizyklone, die sich an der Westseite des Höhentrogs befindet, zu einer warmen dynamischen Antizyklone umwandelt. Dies geht mit der Verschiebung der erwähnten Tiefdruckrinne gegen den Kontinent zu und ihrer Auffüllung einher. In diesem Falle setzt im Westen ein allmählicher Übergang zum Typus mit grossen Indexwert ein. Die allmählich verschwindende Tiefdruckrinne verursacht einige Tage hindurch die Entstehung von schwachen, verschwommenen Zyklonen, die über Europa eine ausgedehnte Bewölkung und an den Nord- und Südhängen der Alpen geringe Niederschläge hervorrufen.

Es kann auch vorkommen, dass der Einbruch der polaren Kaltluftmassen in den höheren Luftschichten weiter andauert, dass der Höhentrog nicht verschwindet und dass die Lage in den Fall Nr. 2, in die Trogsteuerung übergeht.

*Fall Nr. 5 : Oststeuerung — (E) sehr kleine (negative) Indexwerte
(Abb. 5)*

Dieser Fall ist äusserst selten. Er kann auf zweierlei Art zustande kommen. Die erste Möglichkeit ist hauptsächlich im Frühjahr zu beobachten, wenn sich eine gesonderte warme Antizyklone über Skandinavien längs des in grosser Höhe befindlichen Rückens ausbildet, der von den Azoren nach Nordosten

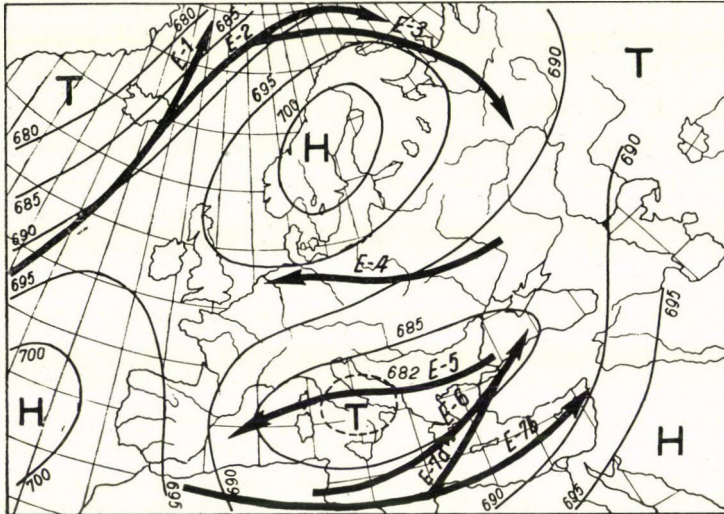


Abb. 5. Die Verteilung der fünftägigen Mittelwerte des Luftdruckes in 3000 m Höhe bei sehr kleinen (negativen) Indexwerten der zonalen Zirkulation (Oststeuerung). Zyklonenbahnen: von E-1 bis E-7

verläuft. Dies stellt sozusagen die Fortsetzung des Falles Nr. 3 dar. In diesem Falle sind über Europa 3 warme Antizyklonen anzutreffen :

1. die azorische Antizyklone in normaler Lage,
2. die skandinavische Antizyklone und
3. die levantinische Antizyklone, nach Südosten verschoben.

Das isländische Tief ist in diesem Falle wenig entwickelt und befindet sich über dem westlichen Teil des Atlantischen Ozeans. Ausserdem lagert sich ein tiefer Trog von Nordosten bis zum Mittelländischen Meer.

In diesem Falle bewegen sich die über dem Ozean entstandenen Zyklonen fern vom Kontinent auf den Bahnen E—1 und E—2 oder ganz ausnahmsweise auf Bahn E—3. Die vom Mittelländischen Meer ausgehenden Zyklonen ziehen mit geringer Geschwindigkeit auf den Bahnen E—6, E—7a und E—7b.

Ein anderer Mechanismus des Falles der Oststeuerung ist folgender. Im kalten Tief über dem Schwarzen Meer setzt ein Abkühlungsprozess ein, wobei sich die arktische Front von Sibirien nach Westen verschiebt und sich

die östliche kontinentale Antizyklone Europa nähert. Diese Fälle kommen im Winter vor. Mit dem Einbruch der arktischen Luftmassen zieht das kalte Höhentief nach Südwesten, bis Südfrankreich und dem westlichen Becken des Mittelländischen Meeres. Diesem Zug des Tiefs nach Südwesten geht in ganz Europa schlechtes Wetter voraus. Zudem strömt nach diesem Durchzug des Tiefs aus der Sowjetunion Kaltluft ein, die dann in Mittel-, West- und Südeuropa eine beträchtliche Abkühlung verursacht. In solchen Fällen treten in diesem Teilen Europas die extrem niedrigen Temperaturen auf. Im Zusammenhang mit dem Herannahen der Kaltfront zieht in zahlreichen Fällen eine gesonderte Zyklone auf der Bahn E—4 nach Osten, um sich in der Gegend des Ärmelkanals zu okkludieren.

Wird die erwähnte Kaltfront über dem Mittelländischen Meer stationär, dann ziehen die über dem Schwarzen Meer entstehenden Zyklonen langsam auf der Bahn E—5. Sobald die Ostwinde wieder Nordafrika erreichen, bilden sich sehr aktive Zyklonen, die dann die Bahnen E—6, E—7a und E—7b einschlagen.

Wenn eine solche Luftdruckverteilung, die durch eine negativen Index charakterisiert ist, stationär wird, dann beschränkt sich die Zyklonenbildung auf Nordnorwegen und auf das Mittelländische Meer. Jetzt bildet sich auf dem Kontinent ein ausgedehntes Hochdruckgebiet aus und ruft eine längere Zeit hindurch Ostwind hervor, vornehmlich in Mittel- und Südeuropa.

Diese Lage hört infolge der über dem östlichen Teil des Atlantischen Ozeans auftretenden Zyklonentätigkeit auf, die wieder eine Folge der Bildung tiefer, kalter Zyklonen über dem mittleren Teil des Ozeans sowie der sukzessiven Regenerierung der über dem Kontinent befindlichen arktischen Luftmassen ist. Wenn sich die atlantischen Zyklonen in ihrem Zuge gegen die norwegische Küste anstauen, zieht sich die Antizyklone nach Osten zurück. Dieser Prozess geht langsam vor sich, und das Aufhören dieses Falles lässt sich ohne Schwierigkeiten voraussagen.

Die jetzt untersuchte, einen negativen Indexwert aufweisende Zirkulation tritt äusserst selten auf. Sie verursacht die kälteste Witterung, insbesondere dann, wenn die Entstehung der skandinavischen Antizyklone mit dem Vorrücken der sibirischen Kaltfront zusammenfällt.

Fall Nr. 6 : Sommerlicher Zyklonenzug über Europa
(Abb. 6)

Im Sommer sind die azorische und levantinische Antizyklone im allgemeinen gut entwickelt. Die levantinische Antizyklone bildet ein geschlossenes System, das sich über den südlichen Teil der Sowjetunion erstreckt. Die Folge davon ist, dass im Sommer sämtliche Zyklonenbahnen in Osteuropa eine deutliche Ablenkung nach Nordosten erfahren.

Wenn die azorische Antizyklone noch nicht verhältnismässig stark entwickelt ist, tritt diese nordöstliche Komponente der Zyklonenbahnen in ganz Europa in Erscheinung und kann auch auf ihren atlantischen Abschnitten nachgewiesen werden. Ist hingegen die azorische Antizyklone stark entwickelt und dringt sie über den Ozean hinaus vor, indem sie sich sogar weit bis Norden ausdehnt, so verlaufen die Bahnen von Westen nach Osten, gegen die Ostsee und gegen Mitteleuropa zu. In diesen Fällen sind die häufigsten Bahnen die mit 1, 2, 3 und 4 bezeichneten. Die Geschwindigkeit der auf den Bahnen 1 und 2 dahinziehenden Zyklonen ist über dem Meer wesentlich grösser als über dem Festland.

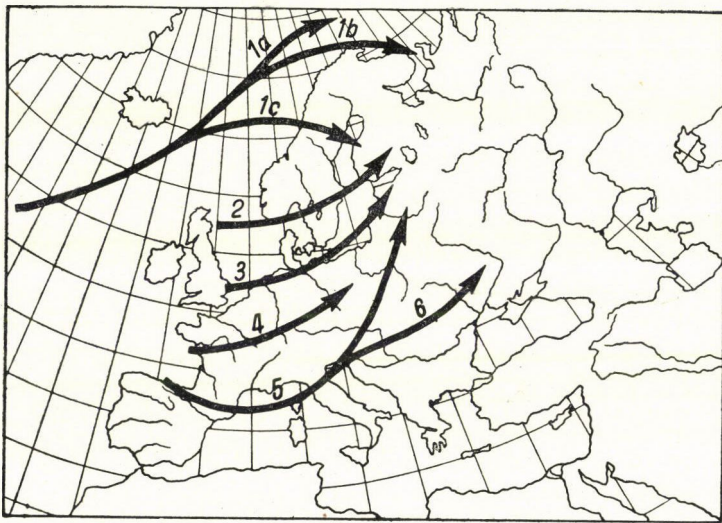


Abb. 6. Die hauptsächlichsten Zyklonenbahnen im Sommer

Die Zyklonensysteme sind im Sommer über Europa im allgemeinen verschwommen und ihre Fortbewegungsgeschwindigkeit ist gering. Durch besonders kleine Geschwindigkeiten zeichnen sich die auf der Bahn 5 dahinziehenden Zyklonen aus. Diese kommen zwar selten vor, doch ist ihre Bedeutung desto grösser, da sie über ausgedehnten Gebieten längere Regenfälle (von einer Woche oder noch mehr) verursachen, die Hochwasser im Gefolge zu haben pflegen.

Es sei bemerkt, dass nach dem ersten Einbruch kalter atlantischer Luftmassen nach einer langen Periode der Bodenerwärmung meistens Gewitter und heftige Stürme auftreten.

* * *

Der wesentliche Unterschied zwischen den Wetterlagen im Winter und im Sommer geht darauf zurück, dass die Zirkulationsvorgänge im Sommer

viel schwächer als im Winter sind. Im Laufe der Sommermonate haben die zonalen Indexe bedeutend geringere Werte als im Winter und ihre Anwendbarkeit bei der Beurteilung der Grosswetterentwicklung ist mit grösserer Unsicherheit verbunden.

Untersucht man die Lage der subtropischen Antizyklogen (der azorischen und levantinischen) aufmerksam eine längere Zeit hindurch, so ist ersichtlich, dass sie im Sommer unter weit höheren Breitengraden liegen als im Winter. Aus diesem Grunde kann man zur Ausrechnung der Indexe im Sommer nicht dieselben Breitengrenzen verwenden wie im Winter, sondern man hat dann zweckmässig als Grundlage den Druck am 50. und 65. Breitengrad zu nehmen. Diese Umgestaltung erweitert die Grenzen, innerhalb deren die Indexwerte in den verschiedenen Wetterlagen schwanken können. Doch ist auch die Wahl einer allzu schmalen Breitenzone nicht angezeigt, da dann das Druckfeld ausgedehnter Gebiete nicht charakterisiert werden kann.

Von diesem Gesichtspunkt aus ist Polen günstig gelegen, da selbst bei der erwähnten Verlagerung nach Norden fast das ganze Land in die gewählte Zone fällt. Es darf angenommen werden, dass sich die hier behandelte Methode das ganze Jahr wird anwenden lassen, allerdings unter der Bedingung, dass man in der Breitenlage der Zyklonenbahnen und der zyklonenetischen Zonen gewisse Verschiebungen vornimmt.

Die auf der Karte der sommerlichen Zyklonenbahnen (Abb. 6) dargestellten wichtigeren Bahnen können leicht mit den weiter oben vorgeführten Winterbahnen in eine Beziehung gebracht werden. Hieraus ergibt sich, dass einzelne Zirkulationstypen viel wahrscheinlicher sind als andere, so dass es möglich sein wird, sie vorauszusagen. Diese Frage soll in der nächsten Zukunft besonders untersucht werden.

LITERATUR

1. *Normal Weather Charts for the Northern Hemisphere*, U.S. Weather Bureau, Washington 1943.
2. Rossby, C. G.: The Scientific Basis of Modern Meteorology, Climate and Man, Yearbook of Agriculture 194, S. 599 ferner: Handbook of Meteorology, 1945, S. 501.
3. Stüve, G.—Mügge, R.: Energetik des Wetters, Beitr. z. Physik fr. Atmosphäre, 1953.
4. Baur, F.: Die Bedeutung der Stratosphäre für die Grosswetterlage, Met. Ztschr. 1936. Einführung in die Grosswetterkunde, Wiesbaden 1948.
5. Riehl, H.: The Prognostic Use of Storm Tracks in Europe, Institute of Meteorology, University of Chicago, 1943.

ИНДЕКСЫ ЦИРКУЛЯЦИИ, ОБРАЗОВАНИЕ ЦИКЛОНОВ И ТРАЕКТОРИИ ЦИКЛОНОВ В ЕВРОПЕ

Т. КОПЦЕВИЦ

Резюме

На основе карт пятидневных средних величин наблюдаемого на высоте 3 км над уровнем моря атмосферного давления, автор исследовал распределение траекторий циклонов, проявляющихся при различных типах циркуляции. Он установил циркуля-

ционные типы на основании сочетания более старых типов управления по Штюве-Мюгге и зональных индексных типов по Россби следующим образом:

Согласно Штюве и Мюгге:

Западное управление
Управление при помощи ложбины низкого давления
Управление при помощи антициклонного гребня
Югозападное управление
Восточное управление

Согласно Россби:

Высокий зональный индекс
Низкий зональный индекс
Низкий зональный индекс
Низкий зональный индекс
Отрицательный зональный индекс

Для каждого типа циркуляции применимо обозначение определенного числа весьма характерных траекторий циклонов, возможно также установить определенно выделяющиеся области циклогенеза. Все приведенные результаты подробно излагаются в статье. — Особое обсуждение требуют траектории перемещения циклонов во время летнего периода, которые в статье изложены обособленно и причислены автором к четырем самостоятельным типам.

CIRCULATION INDICES, CYCLONE FORMATION, AND CYCLONE TRAJECTORIES IN EUROPE

By
Т. КОРЦЕВИЧ

Summary

Basing himself upon charts of 5-day mean values of pressure, observed at a height of 3 km above sea level, author studies the positions occupied by the various cyclone trajectories developing with the different types of circulation. By connecting *Stüve* and *Mügge's* former steering types with Rossby's zonal index types he establishes the circulation types as follows: —

According to *Stüve* and *Mügge*:
Western steering
Steering by deep-pressure channel
Steering by anticyclonic ridge
Southwestern steering
Eastern steering

According to *Rossby*:
High zonal index
Low zonal index
Low zonal index
Low zonal index
Negative zonal index

To each type of circulation a certain number of very characteristic cyclone trajectories can be allotted, and certain territories favourable from the point of view of cyclogenesis are distinguishable. The paper gives exhaustive details concerning them. Independent treatment is required by the tracks of cyclones of the summer season. Accordingly, they are taken out from the above classification, classed into four separate types, and so discussed.

ÜBER DEN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEM AUFBAU DER ANTIZYKLONEN UND DEN ÄNDERUNGEN DER SONNENTÄTIGKEIT

Von
GY. PÉCZELY

UNGARISCHES METEOROLOGISCHES INSTITUT, BUDAPEST

Die Witterungsvorhersage für einen längeren Zeitraum beruht im Wesen auf der Vorhersage der Zyklonen- und Antizyklonentätigkeit. Der Aufbau und die räumliche Lage der Zyklonen- und Antizyklonensysteme bestimmt den Charakter der Zirkulation für ein grösseres geographisches Gebiet. Aus diesem Grunde ist es von grösster Bedeutung, den Mechanismus der die allgemeine Zirkulation regelnden Zyklonen- und Antizyklonentätigkeit eingehend zu erforschen, da es nur in gründlicher Kenntnis dieser Tätigkeit möglich ist, die ausgedehnten Zirkulationsvorgänge erfolgreich vorausszusagen. Das Problem ist jedoch gerade im Anfangsstadium des Mechanismus äusserst verwickelt und setzt sich aus zahlreichen Komponenten zusammen. Ausserordentliche Schwierigkeiten bereitet die Bestimmung der primären, der auslösenden Ursache, da — wie es aus den nachstehenden Ausführungen hervorgeht — der Ursprung dieser Tätigkeit letztlich immer einen Doppelcharakter aufweist: die Verflechtung polarer und äquatorialer Einflüsse. Nach der Untersuchung der polaren Antizyklonen sei hier die Ansicht geäussert, dass diese eine massgebliche Rolle in der Steuerung der allgemeinen Zirkulation spielen, wenn auch über ihren primären Charakter vorderhand noch nichts Bestimmtes gesagt werden kann.

Im nachstehenden soll zuerst und am ausführlichsten von den polaren Antizyklonen die Rede sein, worauf dann auch das subtropische Azorenmaximum und die sich über Nordosteuropa bildende skandinavische Antizyklone erörtert werden sollen.

Wie bekannt werden die Antizyklonen nach ihrer Herkunft in zwei Gruppen geteilt, u. zw. unterscheidet man thermische und dynamische Antizyklonen. Die thermischen Antizyklonen entstehen über sich abkühlenden Gebieten. Kennzeichnend für sie ist, dass sie trotz hohen Bodendruckes (manchmal 1070 mb) keine grösseren Höhen erreichen und in den höheren Schichten sogar häufig durch einen niedrigen Druck kompensiert werden, worüber die aerologischen Messungen Zeugenschaft ablegen. Die am stärksten entwickelte thermische Antizyklone ist das sibirische Wintermaximum, doch liegt dieses auch so niedrig, dass es im 700-mb-Niveau nicht mehr wahrgenommen werden kann. In diese Gruppe gehören die kontinentalen Antizyklonen des Winters und die polaren

Antizyklogen, die infolge der ein ständiges Kältesubstrat gewährleistenden Eisdecke entstehen. Im Sommer wird das Entstehen von thermischen Antizyklogen durch die kalten polaren Meere begünstigt. Die dynamischen Antizyklogen werden dagegen durch die sinkenden Luftströmungen der Erdzirkulation hervorgerufen. Sie sind auch in grösseren Höhen anzutreffen, und die Temperatur in ihrem Inneren ist infolge der starken sinkenden Strömungen hoch. In diese Gruppe gehören die einen ständigen Charakter aufweisenden Antizyklogen der subtropischen Zone (die Maxima der Azoren und des Stillen Ozeans). Zwischen den zu diesen beiden Typen gehörenden Antizyklogen besteht eine ständige Verbindung: einerseits dringen die polaren Gebilde als wandernde Antizyklogen auch in die südlichen Gebiete vor und andererseits können die subtropischen dynamischen Antizyklogen auch in hohen nördlichen Breiten angetroffen werden.

Im Laufe unserer Untersuchungen wurde versucht, in den Mechanismus des Aufbaus der erwähnten Antizyklogen einzudringen und ihren Zusammenhang mit der Sonnentätigkeit zu erforschen. Obwohl hierbei noch nicht sämtliche Probleme restlos geklärt werden konnten, gelang es immerhin, den Ablauf mehrerer wesentlicher Vorgänge klarzustellen, was in der Zukunft die Anfertigung langfristiger Prognosen erleichtern wird. Die Untersuchungen wurden vor allem auf Grund der täglichen synoptischen Kartenreihen der nördlichen Hemisphäre durchgeführt, ferner wurden auch die in den letzten Jahren publizierten Radiosondenangaben verwendet.

Die polaren Antizyklogen

Wie bereits erwähnt, sollen die polaren Antizyklogen hier etwas ausführlicher behandelt werden, da ihre Rolle im Witterungsgeschehen der Nordhalbkugel recht bedeutend ist. Das Ziel unserer Untersuchungen bestand hauptsächlich in der Erforschung des sog. polaren Ausbruchs, da sich die kalten polaren Luftmassen über diesen Prozess in die Witterung der südlicheren Breiten einschalten. Unter polarem Ausbruch wird jene Erscheinung verstanden, die entsteht, wenn der Druck in der Polarkalotte ansteigt und sich danach ein Hochdruckkern von der polaren Antizyklone abtrennt, der dann als selbständige wandernde Antizyklone nach S bzw. SE vorrückt und so in die Zone der allgemein westlichen Strömungen eindringt. Der Ausbruch erfolgt also nach vorhergehenden Druckanstiegen und seine Ursache besteht offenkundig darin, dass die sich anhäufende schwere Kaltluft nach Erreichen einer gewissen Menge aus der Polarkalotte gleichsam überläuft, wobei sich dieser Überschuss gegen die niedrigeren Breiten zu entfernt. Da es sich hier um ein thermisches Antizyklonensystem handelt, dürfte der Grund für den Druckanstieg in der Bodenabkühlung und der starken Wärmeausstrahlung liegen. Dies führt wahrscheinlich zu Druck-

anstiegen und polaren Ausbrüchen, die sich in regelmässigen Zeitabständen wiederholen. Die bei der Untersuchung der Luftdruckperioden festgestellte 20—24tägige Periode wurde von den Forschern auf diese Weise gedeutet und von *Schwerdtfeger* sogar theoretisch erklärt. Hierbei sind indessen auch gewisse kosmische Phänomene zu berücksichtigen. Die Häufigkeit der Antizyklogen in gewissen Gebieten weist nämlich laut der Ergebnisse von *Brádka* einen deutlichen Zusammenhang mit dem Sonnenfleckenzyklus auf [1].

Der grosse Antriebsmotor des Wärmehaushaltes unserer Erde und der allgemeinen Zirkulation ist die von der Sonne erhaltene Wärmeenergie, deren grösster Teil in der tropischen Zone zur Wirkung gelangt. Die Sonne strahlt aber nicht nur Wärme auf die Erde aus, sondern auch eine grosse Zahl von Korpuskeln, zum überwiegenden Teil Protonen. Diese treffen infolge der Ablenkung durch das elektromagnetische Feld der Erde in der Gegend der magnetischen Pole in die Atmosphäre ein und verursachen das Nordlichtphänomen. Es wird ausserdem angenommen, dass sich die kinetische Energie der einströmenden Korpuskeln in der Atmosphäre zu Wärmeenergie umwandelt, wodurch in der Stratosphäre eine Temperaturerhöhung verursacht wird. Die Temperaturerhöhung der Stratosphäre hat wiederum einen Druckanstieg am Boden zur Folge, der über die lokalen Wirkungen hinausgehend den Anstoss zu den polaren Ausbrüchen geben kann.

Zur Unterstützung unserer Annahme wurde also untersucht, ob zur Zeit der Invasion der Korpuskeln — deren Daten auf Grund der sog. erdmagnetischen Charakterzahlen registriert wurden — eine Erwärmung der über den polaren Gebieten befindlichen Höhenschichten zu beobachten ist. Zu diesem Zwecke wurde das Angabenmaterial zweier Jahre von mehreren Radiosondenstationen aufgearbeitet und hierbei die Feststellung gemacht, dass an den Tagen mit magnetischen Störungen auch im unteren Teile der Stratosphäre eine deutliche Temperaturzunahme auftritt. (Zu dieser Feststellung standen die Angaben des 96-, 200- und 225-mb-Niveaus zur Verfügung.)

Nach den allgemeinen Angaben tritt in der Nähe des magnetischen Poles die Erwärmung bereits einen halben Tag vor der Kulmination der magnetischen Störung in der Höhe von 16 km auf, also bereits nach dem Beginn der Einströmung der Teilchen (die Zeitspanne zwischen dem Beginn der magnetischen Störung und ihrer Kulmination beträgt durchschnittlich 2 bis 3 Tage). Demgegenüber ist sie weiter südlich, im Luftraum von Kopenhagen bereits mit einer Verspätung von 2 Tagen zu beobachten. Ebenfalls mit einer Verspätung von 1,5 bis 2 Tagen tritt die Erwärmung in einer Höhe um 11 km ein. Die allgemeine Erwärmung ist in den von uns untersuchten Schichten nicht allzu gross, sie erreicht 2 bis 3 Grade, in einzelnen Fällen kann allerdings auch eine weit stärkere plötzliche Erwärmung vorkommen. Das Ausmass der Erwärmung nimmt offensichtlich mit der Höhe zu. So konnte *Scherhag*, der sich auf Grund der Angaben von besonders grosse Höhen erreichenden Radiosonden als erster

mit dieser Erscheinung befasste, über Berlin in einer Höhe von 30 bis 35 km Erwärmungen bis rund 30° an den Tagen nach den magnetischen Störungen nachweisen [2]. Leider stehen Angabenreihen solcher regelmässig in grosse Höhen vorstossender Radiosonden noch nicht zur Verfügung, so dass vor allem über die Erwärmungen, die in solchen Höhen der Polargebiete auftreten, keinerlei Angaben vorhanden sind. Die Erwärmung geht laut der vorigen Angaben von der Gegend des magnetischen Poles aus. Um die Phasenverzögerung nachzuweisen, wurde in der Umgebung einiger starker magnetischer Störungen die durchschnittliche Erwärmung des unteren Teiles der Stratosphäre über der nördlichen Halbkugel auf Grund der relativen Topographien 200/300 mb untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung bestätigt gleichfalls den Ausgang

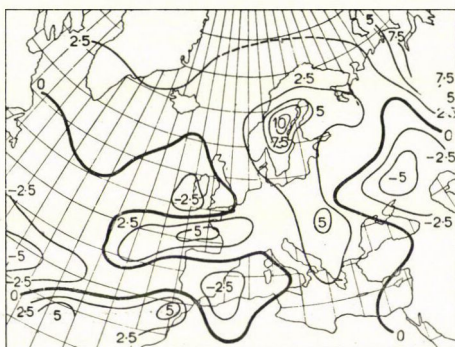


Abb. 1. Die Änderung der Antizyklonenhäufigkeit von Sonnenfleckenmaximum bis Sonnenfleckenminimum in ‰ im Januar (nach J. Brádka)

der Erwärmung vom magnetischen Pol, wobei sich diese Erwärmung gleichsam in Form von konzentrischen Kreisen ausbreitet.

Die Erwärmungen der Stratosphäre, deren Zusammenhang mit den magnetischen Störungen aus den vorggeführten Angaben gut ersichtlich war, verursachen den theoretischen Erwägungen zufolge in den unteren Teilen der Atmosphäre und in Bodennähe einen Druckanstieg. Die Untersuchung dieses Druckanstieges wurde auf Grund der maximalen Luftdruckwerte durchgeführt, die auf dem Gebiete der mit dem 70. Breitengrad begrenzten Polarkappe beobachtet wurden. Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Umgebung von 263 magnetischen Störungen während des Jahrzehnts von 1929 bis 1938. Bei Gruppierung der Angaben nach Winter- und Sommermonaten ergab sich in beiden Fällen ein klarer und deutlicher Zusammenhang.

Der Druckanstieg ist im Winter stärker und erreicht im Durchschnitt 2 mb, wobei sein Maximum am ersten Folgetag nach der Kulmination der magnetischen Störung auftritt. Im Sommer beträgt der Druckanstieg 1,5 mb mit einer Phasenverzögerung von 2 Tagen im Vergleich zur Kulmination der magnetischen Störung. In den ein Sonnenfleckenminimum aufweisenden Jahren des

untersuchten Jahrzehnts ist ein stärkerer Druckanstieg zu beobachten, doch lässt sich die Realität dieser Erscheinung innerhalb eines Sonnenfleckenzyklus vorläufig noch nicht nachweisen. Die Untersuchungen des Ehepaars Düll erbrachten gleichfalls den Nachweis eines Druckanstieges in Bodennähe in den nördlichen Gebieten des Atlantischen Ozeans an den Folgetagen von magnetischen Störungen [3]. Nach diesen Forschern steigt nämlich 1 Tag nach den die

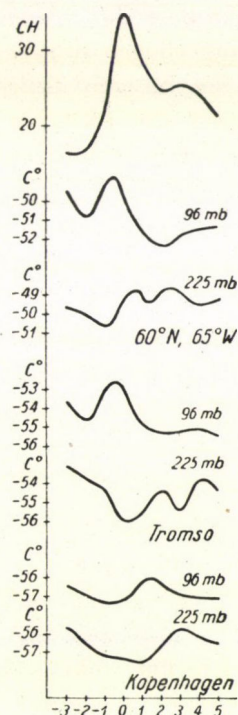


Abb. 2. Der Zusammenhang zwischen erdmagnetischen Störungen und Erwärmungen in der Stratosphäre

Ionosphäre erreichenden Störungen materiellen Charakters der Druck im Raume von Grönland an, und nach einigen Tagen erreicht dann der durchschnittlich 2 bis 3 mb betragende Druckanstieg bereits abgeschwächt Südsandinavien.

Im Laufe unserer weiteren Untersuchungen wurde festgestellt, dass 84% sämtlicher magnetischer Störungen von einem nachweisbaren Druckanstieg begleitet war. Dies weist zwar auf eine genügend enge Beziehung hin, genügt aber allein noch nicht, um zu bestimmen, in welchem Ausmass die lokalen Strahlungswirkungen die polaren Druckanstiege hervorrufen. Um eine Antwort auf diese Frage zu erhalten, wurde auch der Prozentsatz sämtlicher polarer Druckanstiege untersucht, die nach magnetischen Störungen auftraten. Das Ergebnis lautete 56%, was darauf hinweist, dass nur der geringere Teil der Druckanstiege

durch lokale Einflüsse bedingt ist, während ihr grösserer Teil von kosmischen Einwirkungen hervorgerufen wird.

Der polare Druckanstieg löst dann den polaren Ausbruch aus, d. h. eine grosse Menge Kaltluft entfernt sich zusammen mit einer polaren Antizyklone aus dem Polargebiet. Der Druckanstieg bewegt sich also gleichfalls im Raume fort, so dass nach einigen Tagen in den subpolaren Gebieten ein hoher Druck herrschen wird, während am Pole infolge der abgezogenen Luft eine Druckab-

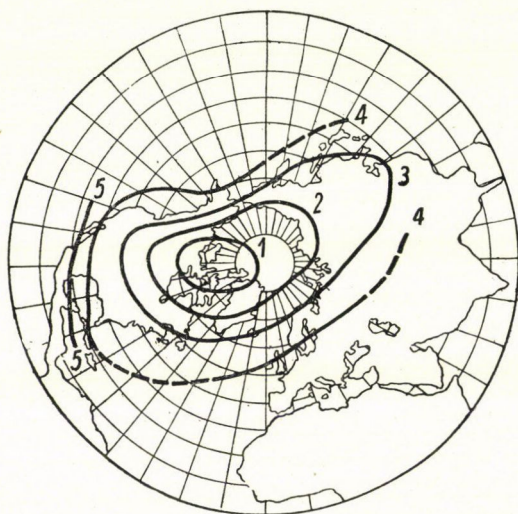


Abb. 3. Phasenverzögerung der Erwärmung auf Grund der relativen Topographien 200/300 mb nach der erdmagnetischen Störung vom 22. I. 1951

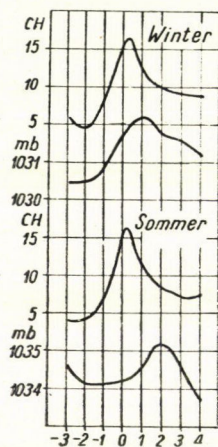


Abb. 4. Die Änderung des Luftdrucks in der Umgebung erdmagnetischer Störungen auf dem Polargebiet

nahme eintritt. Die Verteilung einer solchen Druckänderung in den Tagen nach einer magnetischen Störung ist aus Abb. 5 ersichtlich.

Die soeben besprochene Erscheinung kommt jedoch nicht nur in einzelnen Fällen vor, sondern lässt sich laut der noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen von *Berkes* auch bei Monats- und Jahreszeitendurchschnitten nachweisen. Nach seinen Karten ist der Druck bei hohen Monats- und Jahreszeitendurchschnitten der erdmagnetischen Charakterzahlen in den polaren und nordsibirischen Gebieten verhältnismässig niedrig, wogegen er in den subpolaren Gebieten höher als der Durchschnitt ist. Dies lässt den Schluss zu, dass in diesem Falle infolge der häufigen polaren Störungen auch die polaren Ausbrüche häufiger auftraten und viel Luft von den Polargebieten abzogen. Diese Annahme scheint des weiteren auch durch seine den meridionalen Lufttransport darstellenden Karten bestätigt zu werden, die gleichfalls eine starke von den polaren und sibirischen Gebieten ausgehende Strömung in die Richtung der südlicheren

Breiten zeigen. Demgegenüber liegen die Druck- und Strömungsverhältnisse in den Fällen mit niedrigem Monats- und Jahreszeitendurchschnitt gerade entgegengesetzt. Die endgültige Klärung dieser Frage ist jedoch, wie bereits erwähnt, derzeit noch nicht abgeschlossen.

Die Ursache für die polaren Druckanstiege ist also, wie aus den vorstehenden Ausführungen hervorging, in der Mehrzahl der Fälle die Erwärmung der oberen Luftschichten infolge der Korpuskularstrahlung der Sonne. Zur Stützung dieser Annahme wurden Näherungsberechnungen durchgeführt, um

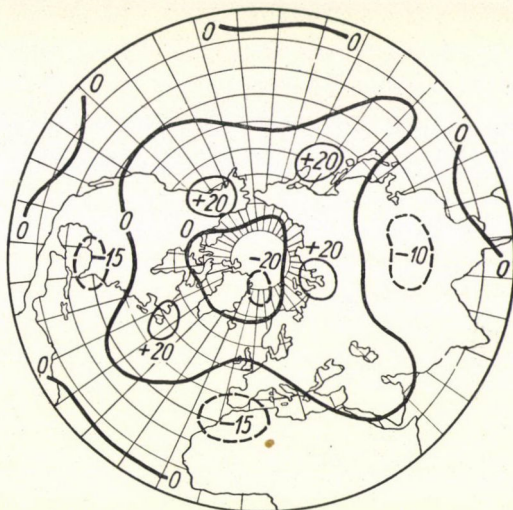


Abb. 5. ΔP mb, vom 22. bis 24. I. 1951

die Wärmemenge festzustellen, die die Umwandlung der kinetischen Energie der einströmenden Korpuskeln bedeutet. Diese Berechnungen wollen lediglich eine annähernde Schätzung ermöglichen und beziehen sich wegen der Beschränktheit der verfügbaren Angaben bloss auf den Durchschnittszustand. Von Nutzen wäre ferner auch eine eingehendere Erforschung der Umwandlung der Energien, da erst dann ein auf sicherer Grundlage beruhendes Ergebnis erhalten werden kann.

Nach den neuesten astronomischen Berechnungen entfernen sich in 1 sec von der Sonnenoberfläche $1,2 \cdot 10^{34}$ Protonen. (Über die sich in unbedeutenden Mengen entfernenden übrigen Teilchen sind keine Angaben vorhanden.) Die kinetische Energie der von dieser Menge auf die Erde gelangenden Teilchen beträgt in 1 Tage $1,6 \cdot 10^{22}$ erg, dessen Wärmeäquivalent einer Wärmemenge von $3,8 \cdot 10^{14}$ gcal entspricht.

Diese Wärmemenge ist im Vergleich zu der von der Wärmestrahlung der Sonne stammenden Wärmemenge — bei Berücksichtigung der ganzen Erdober-

fläche — ausserordentlich klein, sie macht bloss einen zehnmillionsten Teil ($1/10^7$) von ihr aus, doch verteilen sich die Korpuskeln bloss auf die Polargebiete, so dass sich das Verhältnis günstiger gestaltet. Setzt man voraus, dass die Grösse ihres Verteilungsgebietes mit der einer vom 85. Breitengrad begrenzten Kalotte übereinstimmt, so wird das Verhältnis $1/4 \cdot 10^4$, d. h. ein Vierzigtausendstel. Es sei allerdings bemerkt, dass sich diese Angaben bloss auf einen Durchschnittszustand beziehen, während bei den magnetischen Störungen, die bei der massenweisen Einströmung der Korpuskeln auftreten, offenkundig mit einer vielfach grösseren Energiemenge zu rechnen ist. Diesbezüglich stehen jedoch nicht einmal annähernde Angaben zur Verfügung. Wenn man bedenkt, dass die Polargebiete während der mehrere Monate dauernden Finsternis im Winter keinerlei unmittelbare Wärmestrahlung von der Sonne erhalten, ist dieser Erscheinung in den Wintermonaten eine grössere Bedeutung beizumessen. Eine weitere Frage ist dabei die Verknüpfung der terrestrischen und kosmischen Einflüsse, weil bei deren Zusammentreffen eine Verstärkung bzw. Abschwächung der Wirkungen zu erwarten ist.

Danach wurden die Zugstrassen der von den polaren Ausbrüchen nach Süden gelenkten Antizyklonen untersucht. Aus dem Material von 10 Jahren ging hervor, dass die Zugstrasse dieser sich bewegendenden Antizyklonen vom Druckmaximum der Polarkappe ausgeht, über das nordamerikanische Festland nach SE gegen die Halbinsel Florida zu führt, sich hier nach Osten wendet und den ganzen Atlantischen Ozean überquerend den Raum des Azorenmaximums erreicht. Die wesentlichste Wirkung dieses Prozesses ist die Regeneration des Azorenmaximums, und dieser Prozess spielt denn auch eine überaus bedeutende Rolle im Geschehen des Azorenhochs. Das Schema des Regenerationsprozesses ist laut unserer Untersuchungen folgendes: die aus dem polaren Ausbruch hervorgehende kalte thermische Antizyklone zieht über Nordamerika hinweg, erscheint vor den Ostküsten des Atlantischen Ozeans als neues Hochdruckgebilde und gestaltet sich binnen weniger Tage aerologisch um. Die an der Vorderseite der Antizyklone herabströmende Kaltluft tritt mit der durch die Meeresströmungen verhältnismässig erwärmten Luft in Wechselwirkung, was die Entstehung von Zyklonen begünstigt. Die so entstehende Zyklone zieht vor der Antizyklone hin und verdrängt infolge ihrer Progression das über den Azoren befindliche Maximum aus seiner normalen Lage. Der so in Bewegung versetzte Azorenkern dringt in der Regel gegen die Britischen Inseln vor. Nachdem die polare Antizyklone die Lage des vorherigen Azorenmaximums erreicht hat, verharrt sie dort gewöhnlich einige Tage, während sich die in ihr befindliche Luft vollständig umbildet und aus dem kalten thermischen Gebilde eine warme dynamische Antizyklone entsteht. Ein späterer polarer Ausbruch verdrängt dann seinerseits diese in Ruhezustand gelangte und umgebildete Antizyklone, und nach einigen Tagen spielt sich dann dieser Prozess von neuem ab. Die Zeitdauer dieses ganzen Prozesses beträgt nach unseren Berechnungen im all-

gemeinen 7 bis 10 Tage, es vergeht also ungefähr eine so lange Zeit zwischen der Entstehung der polaren Antizyklone und der Ausbreitung des Azorenhochs gegen Europa zu. Dieses Ergebnis ist für die mehrtägige Wettervorhersage von Bedeutung.

Die oben beschriebenen Zugstrassen der Antizyklogen zeigen in den Monaten mit winterlichem Charakter eine grössere Häufigkeit und eine regelmässigeren Anordnung. In den Monaten mit sommerlichem Charakter weisen die Bahnen im allgemeinen eine grössere Streuung auf, und in diesem Zeitraum gehen auch weniger polare Antizyklogen aus dem Polargebiet nach Süden aus (s. Abb. 6). Die Ursache hierfür liegt offenbar in der sommerlichen Abschwächung des polaren Maximums, die durch die stärkere Erwärmung der Polar-

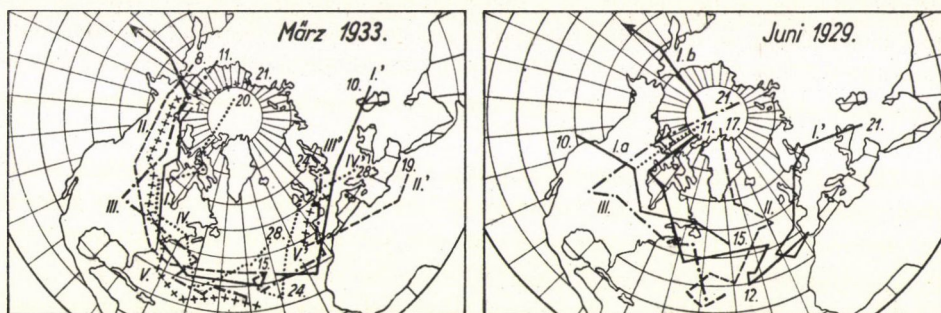


Abb. 6. Zugstrassen der polaren Antizyklogen im Raum der Azoren im März 1933 und Juni 1929

gebiete hervorgerufen wird. Von den verschiedenen Zugstrassen gehen die meisten vom Gebiete Grönlands aus und verlaufen in die Richtung des Atlantischen Ozeans. Die Wirkung dieser Antizyklen kommt hauptsächlich im sog. »blocking« zum Ausdruck, sie verschmelzen mit dem Azorenmaximum, wodurch sich über dem Atlantischen Ozean eine kräftige meridionale Zirkulation ausbildet. Seltener tritt eine noch östlichere Antizyklonenbahn im Gebiet von Nowaja Semlja und Finnland auf der sog. *Multanowskischen* ultrapolaren Achse in Erscheinung. Die auf dieser Strasse ziehenden Antizyklonen dringen indessen nicht mehr bis zum azorischen Raum vor, so dass sich ihre Wirkung hauptsächlich in der mitteleuropäischen Kälteadvektion äussert.

Im Leben des Azorenmaximums müssen ausser den polaren Einflüssen zweifellos auch südlichere, äquatoriale Wirkungen eine Rolle spielen, da ja die Entstehung der subtropischen Antizyklogen nach der klassischen Erklärung der Klimatologie auf der Existenz des Passat-Antipassatsystems beruht. Diese Erklärung stellt allerdings in den letzten Zeiten eine umstrittene Frage der Meteorologie dar [4]. Es ist offensichtlich, dass diese Erscheinung und somit auch die Entstehung der subtropischen Maxima durch die stärkere oder schwächere Erwärmung der äquatorialen Gebiete geregelt wird. Indessen ist es bisher nicht gelungen, einen zahlenmässigen Zusammenhang zwischen den Werten der

Solarkonstante, die die Veränderungen der Wärmestrahlung der Sonne angibt, und den Änderungen der Stärke des Azorenmaximums nachzuweisen. Selbst wenn man volles Vertrauen in die Richtigkeit der Angaben der Solarkonstante hat, muss man dieses negative Ergebnis nicht als Beweis gegen die Wärmewirkung akzeptieren, da ja ihre Wirkung infolge ihres verwickelten Zusammenhänge mit den polaren Einflüssen nur sehr schwer oder überhaupt nicht in den Angaben über eine grössere Zeitspanne nachgewiesen werden kann. Eine Spur der Wärmewirkungen lässt sich allerdings tatsächlich nachweisen, was durch die Untersuchungen des Verfassers über das subtropische Maximum des Stillen Ozeans bestätigt wird [5]. Über den Stillen Ozean gelangen nämlich in den Monaten mit winterlichem Charakter infolge des Blockings des innerasiatischen Wintermaximums nur sehr wenige polare Antizyklogen. Auf diese Weise ist der Einfluss der polaren Antizyklogen weit geringer als der des Stillen-Ozean-Maximums. Es wurde also die Beziehung der Stärke des Maximums im Stillen Ozean mit den von Dekade zu Dekade ermittelten Änderungen der Solarkonstante auf Grund der Angaben des Jahres 1950 untersucht. Die Vorzeichenkorrelation ergab einen verhältnismässig grösseren Wert, nämlich 0,49, was darauf hindeutet, dass die Wärmewirkung tatsächlich eine Rolle im Aufbau des subtropischen Maximums spielt, dass aber der Effekt infolge der störenden Wirkung der polaren Antizyklogen beim Azorenmaximum nicht nachgewiesen werden kann, während die Wirkung beim Stillen-Ozean-Maximum, wo infolge der geographischen Faktoren (grössere homogene Wasserfläche, anders geartete Anordnung der Kontinente) der Einfluss der polaren Antizyklogen weit geringer ist, bereits aus den Angaben eines einzigen Jahres gut hervorgeht.

Die skandinavischen Antizyklogen

Hauptsächlich in der Ausbildung von starken Kälteperioden in den Wintern Ungarns, doch nicht zuletzt auch im Hervorrufen von Frostlagen im Spätfrihling spielt eine über Nordosteuropa entstehende und dort längere Zeit verharrende Antizyklone eine wesentliche Rolle, deren Vorderseite die Kaltluft der Gebiete West- und Nordsibiriens in nord-nordöstlichen Strömungen nach Mitteleuropa bringt. Die erwähnte Antizyklone, die sich in der Regel auf dem Gebiet zwischen dem Nordatlantik und dem Ural aufbaut, sieht auf den ersten Blick so aus, als ob sie ein nach Westen verschobener Teil des sibirischen Maximums wäre bzw. einen gemeinsamen Ursprung mit diesem hätte. Die Höhenkarten widerlegen aber diese erste Vorstellung, die auf den Bodenkarten fusste. Über dem skandinavischen Maximum kann nämlich auch im 500-mb-Niveau der Hochdruck nachgewiesen werden, und da es dort verhältnismässig wärmer ist, biegen sich die Isothermen in seiner Nähe gegen Norden nach oben. Dieser Verlauf der Isothermen weist darauf hin, dass die hier entstehenden Antizyklogen

in der Mehrzahl der Fälle nicht kalten thermischen Ursprungs sind (nur in Bodennähe).

Untersucht man die 500-mb-Karten, so lassen sich auf ihnen die Hauptbahnen der südlichen warmen und der nördlichen kalten Luftströmungen einzeichnen, da in dieser Höhe die in der Bodennähe wirksamen störenden Wirkungen bereits verschwinden.

Nach Abb. 7 gibt es auf der Nordhalbkugel je 4 nördliche und südliche Strömungsbahnen. Für die Ausbildung der skandinavischen Antizyklone hat das mit I bezeichnete Zirkulationssystem eine grosse Bedeutung. Wie ersichtlich führt hier die häufigste Bahn der warmen Luftströmungen vom Gebiet des Azoren-

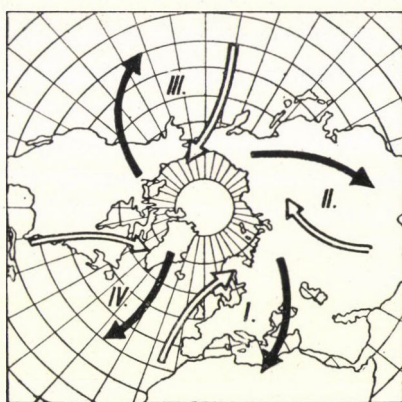


Abb. 7. Zirkulationssysteme

maximums nach Skandinavien. Im Sommer verschiebt sich diese Bahn wegen der durch den Wechsel der Jahreszeiten bedingten Änderung der allgemeinen Zirkulation etwas gegen das Innere des europäischen Kontinentes zu. Auf der erwähnten Strecke ist also der Zug der warmen, dynamischen Antizyklonen nach Norden eine häufige Erscheinung, die auf eine Beziehung zwischen den azorischen und skandinavischen Antizyklonen hinweist. Zur eingehenderen Erforschung der Eigenschaften der im Gebiete Skandinaviens auftretenden Antizyklonen wurde zuerst untersucht, ein wie grosser Prozentsatz der dort auftretenden Antizyklonen ein Höhengelände warmen Charakters ist. Zum Zwecke eines räumlichen Vergleichs wurden sämtliche bodennahe Antizyklonen auf dem durch den 40. westlichen und 140. östlichen Meridian bzw. durch den 30. und 80. nördlichen Breitengrad umschlossenen Gebiete während 3 Sommer- und 3 Wintermonate untersucht. Das obige Gebiet wurde durch je 10 Breiten- und Längengrade in sphärische Trapeze geteilt und die innerhalb dieses Gebietes festgestellten bodennahen Antizyklonen mit der 500-mb-Karte verglichen. Auf

diese Weise konnte der Prozentsatz festgestellt werden, den die warmen subtropischen Antizykklonen an der Gesamtzahl der Antizykklonen ausmachten.

Die auf Grund dieser Ergebnisse angefertigten Karten zeigen ganz deutlich, dass 75 bis 90% der im Winter sowohl als im Sommer im Gebiete Skandinaviens auftretenden bodennahen Antizykklonen einen warmen Charakter aufweisen. Demgegenüber ist die sibirische Antizyklone des Winters als charakteristisch kalten, thermischen Ursprungs anzusprechen, sie steht also mit der skandinavischen Antizyklone genetisch in keinem Zusammenhang, obwohl letztere auf den Bodenkarten oft den Anschein erweckt, als ob sie ein westlicher Ableger des sibirischen Maximums wäre. Das Ergebnis ihres Zusammentreffens ist das Strömen von Kaltluft nach Süden, was unseren Angaben zufolge sehr oft zeitlich nach einem Nordwärtsströmen der warmen subtropischen Luftmassen eintritt. Auf Grund der vorstehenden Ausführungen kann man diese Erscheinungsreihe mit der Nordwärtsbewegung des warmen, dynamischen Azorenmaximums verknüpfen. Wenn man nun diesen Vorgang auf Grund der erhaltenen Ergebnisse weiter rückwärts verfolgt, gelangt man als Ausgangspunkt zur Erscheinung des polaren Ausbruches. Der ganze Prozess kann also schematisch wie folgt skizziert werden: 1. Polarer Ausbruch. 2. Nach Süden verlaufende Antizyklonen- und Zyklonenbildung bei den Küsten Nordamerikas. 3. Die vorrückende Antizyklone verdrängt gemeinsam mit der inzwischen entstandenen Zyklone das Azoren maximum. 4. Die nach NE abgedrängte warme Antizyklone transportiert besonders in den höheren Schichten Warmluft über das Gebiet Skandinaviens. 5. Es bildet sich die warme skandinavische Antizyklone aus, die unten in der Regel von kalter thermischer Beschaffenheit ist, in den höheren Schichten jedoch abweichend von den sibirischen Antizykklonen den Charakter eines warmen Gebildes zeigt. 6. Infolge der Wirkung des so entstandenen skandinavischen Maximums setzt die Advektion von Kaltluft nach Mitteleuropa ein.

Nach dieser in grossen Zügen erfolgten Beschreibung des Mechanismus dieser Erscheinung wurde eine Vorhersage des skandinavischen Maximums versucht. Wie erwähnt sind mehr als 75% von ihnen auf die in den höheren Schichten anzutreffenden warmen Luftströmungen zurückzuführen, die sich aus den subtropischen Gebieten des Atlantischen Ozeans speisen. Die Erwärmung muss sich also bereits zuvor an dieser Stelle zeigen. Deshalb wurden die Temperaturmaxima der 500-mb-Schicht über dem Atlantischen Ozean längs des 35. Breitengrades ermittelt und mit dem über Skandinavien registrierten Maximaldruck verglichen.

Die hier vorgeführte Abbildung stellt die Verhältnisse in einem Winterabschnitt dar. Es lässt sich unschwer feststellen, dass der geschilderte Zusammenhang ziemlich klar zutage tritt, indem den Temperaturerhöhungen der Stratosphäre im Süden durchschnittlich nach 3 bis 5 Tagen eine bedeutende Zunahme des Bodendruckes im Gebiete Skandinaviens folgt. Dieser Zusammenhang ermöglicht also eine langfristige Vorhersage, doch gibt er allein noch keine Auskunft

über die Dauer des Maximums, d. h. über den Zeitpunkt, in dem sich Zyklonen im untersuchten Gebiet ausbilden. Aus diesem Grunde war es notwendig, auch

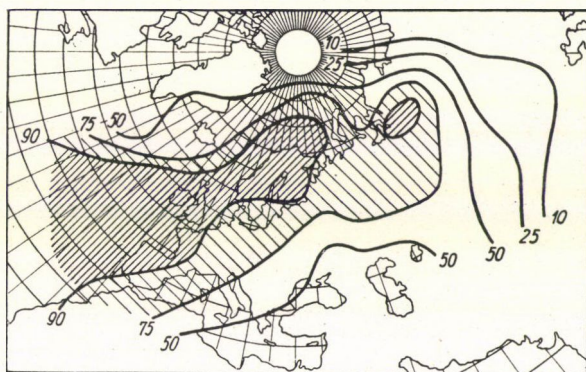


Abb. 8. Der warme Charakter der Antizyklonen in % im Winter

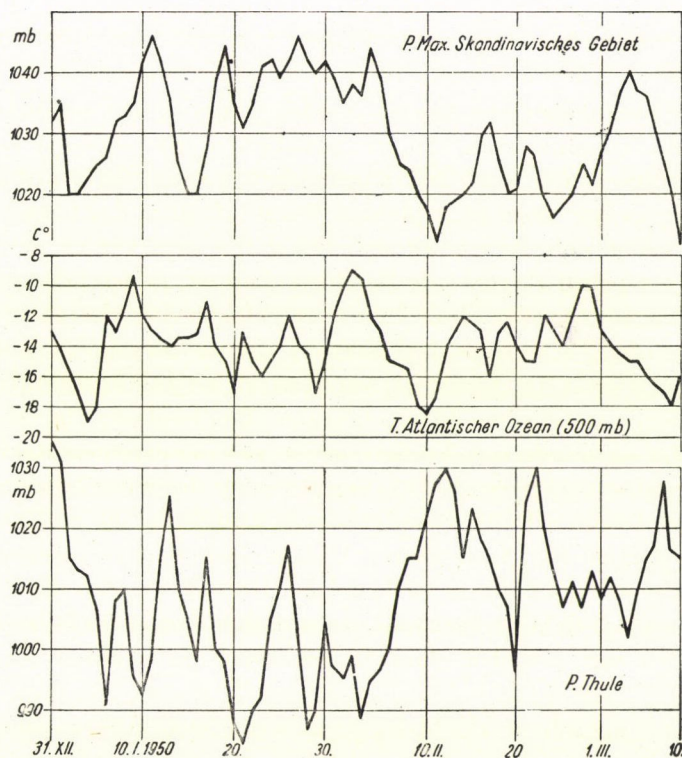


Abb. 9. Parallele Schwankung von P und T

nach Zusammenhängen anderen Charakters zu forschen. Von der Überlegung ausgehend, dass sich die im Gebiete des Nordatlantik ausbildenden Zyklonen

einen ihrer Hauptimpulse vom Einbruch der polaren Kaltluft erhalten, wurden auch die Änderungen des nordgrönländischen Luftdrucks in unsere Untersuchungen einbezogen, da sie die Anhäufung der Kaltluftmassen kennzeichnen. Ebendeshalb wurde auch noch die Druckkurve der nordgrönländischen Station Thule eingezeichnet und auch mit ihr ein guter Zusammenhang gewonnen. *Der dortige Druckanstieg, der den Beginn eines polaren Kälteausbruches gegen den Atlantischen Ozean zu anzeigt, sagt eigentlich auch die Verstärkung der Zyklonentätigkeit für das Gebiet Islands voraus. Die Vertiefung der isländischen Zyklone zeitigt nach einigen Tagen auch im Gebiete Skandinaviens eine Wirkung und führt gewöhnlich zu einem Aufhören des dortigen Hochs.*

Aus Abb. 9 ist die spiegelbildartige Parallelität der Luftdruckkurve von Thule mit dem Druck über Skandinavien gut ersichtlich, wobei die Änderungen des skandinavischen Luftdruckes der Kurve von Thule im allgemeinen mit einer Verspätung von 2 bis 3 Tagen folgen. Alle diese Zusammenhänge bildeten dann die Grundlage für eine Methode, mit deren Hilfe es möglich ist, auf Grund von vorhergehenden Höhen- und Bodenangaben die Ausbildung des skandinavischen Maximums vorherzusagen. Die hier vorgeführte Methode stellt erst ein provisorisches Ergebnis dar, doch scheint ihre eingehendere Ausarbeitung angezeigt zu sein, da die Vorhersage des erwähnten synoptischen Objektes für die Prognose der Frostlagen im Spätfrühling und der Kälteperioden im Winter von grösster Bedeutung ist.

Jahreszeitliche Vorhersage auf Grund der monatlichen Druckanomalienbewegung

Im vorstehenden war ersichtlich, dass die im Azorengbiet auftretenden warmen südlichen Luftströmungen, die sich in den höheren Schichten abspielen, eine massgebliche Rolle beim Aufbau der in Ungarn eine Abkühlung verursachenden skandinavischen Antizyklone spielen. Laut unserer Untersuchung ist die in den subtropischen Gebieten des Atlantischen Ozeans in den höheren Schichten auftretende Temperaturzunahme ein Vorzeichen für die Luftdruckerhöhung über Skandinavien. Aus einer anderen, von uns noch nicht abgeschlossenen Untersuchung ging hervor, dass sich der im skandinavischen Gebiet ausgebildete persistente antizyklonale Luftzustand, der durch die Karte der monatlichen Druckanomalien veranschaulicht werden kann, nach ähnlichen Vorzeichen eintritt. Deshalb wurde bei der Untersuchung der makrosynoptischen Vorgeschichte des kalten Winter die Bewegung der monatlichen Anomalien des Luftdruckes auf der Nordhalbkugel einer eingehenden Prüfung unterzogen. Hierbei konnte festgestellt werden, dass sich die Zentren der positiven und negativen Anomalien während einiger Monate ziemlich regelmässig, im allgemeinen auf west-östlichen Bahnen bewegen. Obwohl diese Bahnen bei weitem nicht so

regelmässig sind wie die Bahnen der Zyklonen und Antizyklonen, da sie vor allem in meridionaler Richtung gestört sind, zeigen sie dennoch gewisse häufigste Strecken, die sich mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit wiederholen. Auf Grund dieser Angaben ergab sich, dass auch die Vorzeichen der eine längere Zeit anhaltenden antizyklonalen Witterung im Gebiete Skandinaviens im Süden, in den subtropischen Gebieten des Atlantischen Ozeans zu erkennen sind. Es wurde festgestellt, dass dem im Gebiete Skandinaviens im Januar und Februar auftretenden Hochdruck in der Gegend der Azoren schon im November ein Hochdruck vorangeht und dass sich die zu diesem Zeitpunkt hier auftretende positive Anomalie im Laufe des Dezembers und Januars allmählich nach Nordosten verschiebt. Das eben Gesagte ist in Abb. 10 dargestellt.

Es ist ersichtlich, dass der Schwerpunkt der positiven Anomalien vor

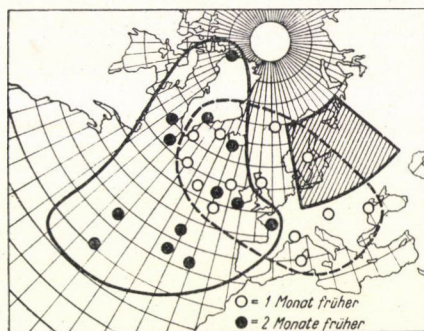


Abb. 10. Die vorherige Lage der monatlichen positiven Druckanomalien im Winter

einem Monat auf die Britischen Inseln, vor zwei Monaten auf die Gegend der Azoren fiel. Die Lage der Zentren schwankt indessen innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Dies stellt einen Fingerzeig dar, dass man bei der Suche nach Korrelationen mit den Angaben einer einzigen Station niemals einen so guten Zusammenhang wird gewinnen können, als wenn man die Beziehung auf eine grössere Fläche bei Heranziehung regionaler Durchschnittswerte ausdehnt.

Es soll nun hier noch eine Korrelation gezeigt werden, die als Ergebnis unserer bisherigen Untersuchungen gefunden wurde. Nachdem festgestellt worden war, dass der skandinavische Hochdruck im Winter auf einen Hochdruck im Spätherbst im Gebiete der Azoren folgt, wurden die Novemberdruckanomalien von Ponta Delgada mit den Temperaturanomalien der Monate Januar und Februar von Budapest verglichen. Es ist nämlich bekannt, dass der Winter in Ungarn bei häufiger nordöstlicher Kaltluftadvektion streng wird, wenn sich die skandinavische Antizyklonen gut ausbilden können, während im entgegengesetzten Falle die zyklonale Witterung vorherrschend wird, wobei das Einströmen ozeanischer Luftmassen einen milden Winter verursacht. Es sei hier aber auch bemerkt, dass ein kaltes Winterwetter im Karpatenbecken auch auf

andere Weise hervorgerufen werden kann; so kann es z. B., wenn nach vorhergehenden reichlichen Schneefällen das Hochdruckzentrum über das Karpatenbecken gelangt und hier verharret, durch lokale Ausstrahlungen zur Ausbildung einer sehr starken Kälte kommen. All dies sollte nur darauf hinweisen, dass das skandinavische Hoch nicht die einzige Vorbedingung für einen kalten Winter in Ungarn darstellt, so dass man niemals einen vollständigen Zusammenhang zwischen den Änderungen dieser beiden Faktoren erwarten darf.

An den hier vorgeführten zwei Kurven lässt sich die Beziehung gut erkennen. Der Wert der für die ganze Reihe berechneten Vorzeichenkorrelation

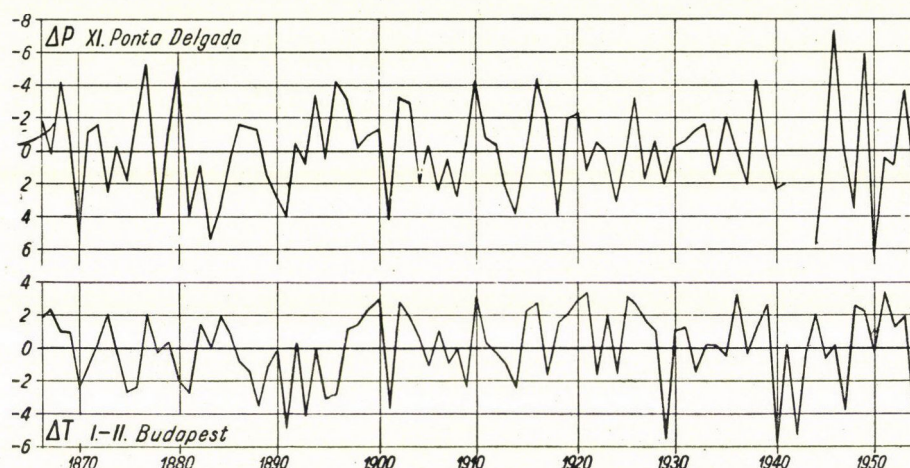


Abb. 11. Der Zusammenhang von ΔP im November in Ponta Delgada und von ΔT Januar-Februar in Budapest

beträgt $-0,32 \pm 0,07$, was infolge des verhältnismässig geringen Wertes des wahrscheinlichen Fehlers bereits als real bezeichnet werden kann. Untersucht man aber die Kurven aufmerksamer, so wird man feststellen können, dass die Beziehung innerhalb einer Periode von 15 bis 20 Jahren ganz eng ist, dann für 5 bis 6 Jahre aufhört und sogar entgegengesetzt ist, um dann wieder eng zu werden. Die Ursache für diese interessante Erscheinung dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach in den Klimaschwankungen und in den hieraus folgenden Änderungen der allgemeinen Zirkulation liegen. Jedenfalls mahnt sie bei der Anwendung dieser Beziehungen zur Vorsicht und lässt es als notwendig erscheinen, dass man die Änderungen der Zirkulation ständig an Hand von Grosswetterkarten verfolgt. Die ständige aufmerksame Verfolgung der Anomalienbewegung wird so das Ergebnis zeitigen, dass man sie gleichsam als ständige Korrektur zu den im Laufe langer Jahre als geeignet befundenen Korrelationen gebrauchen wird. Die Korrelationen sind, selbst wenn sie auf physikalischen Grundlagen beruhen, an sich immer ungewiss, eben wegen der starken räum-

lichen Schwankung der Erscheinungen. Auch die Korrelation ändert sich im Raume, wobei es vorkommen kann, dass ein gefundener Zusammenhang mit einem um einige 100 km weiter entfernt liegenden Punkte besteht, obwohl die physikalischen Ursachen dieselben sind. Erst die Vereinigung dieser beiden Methoden wird es einst ermöglichen, diesen Fehler auf ein Minimum zu reduzieren.

LITERATUR

1. J. Brádka : Kolísání četnosti anticyklon nad Evropou a Atlantickým oceánem během roku a v 11-letném slunečním cyklu. Meteorologické Zprávy. 1952. 33.
2. R. Scherhag : Die explosionsartigen Stratosphärenenerwärmungen des Spätwinters 1951—52. Weickmann-Heft S. 51. 1952.
3. B. Duell and G. Duell : The Behavior of Barometric Pressure during and after Solar-particle Invasions and Solar-ultraviolet Invasions. Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. 110. No. 8, 1948.
4. H. Flohn : Die Revision der Lehre vom Passatkreislauf. Meteorologische Rundschau 1953, S. 1.
5. Gy. Péczely : A szubtrópusi maximumok regenerálódásának kérdéséhez. (Zur Frage der Regenerierung der subtropischen Maxima. Ungar. mit russ. und franz. Zusammenfassung.) Időjárás 1954, S. 65.

ВОПРОСЫ ОБ ОБРАЗОВАНИИ АНТИЦИКЛОНОВ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ СОЛНЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ДЬ. ПЕЦЕЛИ

Резюме

Статья исследует формирование систем антициклонов, имеющих важное значение с точки зрения ориентировки погоды в Средней Европе и ищет связи между процессом формирования и изменениями солнечной деятельности. Исследования распространялись, следовательно, на полярные, азорские и скандинавские системы антициклонов. Изучая связанные с полярными порывами полярные повышения давления, автор устанавливает, что приблизительно половинная часть последних не является следствием локального охлаждения, а последствием действия поступающих с Солнца материальных частиц. Согласно предположению автора, поступающие в полярные районы материальные частицы, вследствие преобразования их кинетической энергии, вызывают потепление в высотных атмосферных слоях. На основании наблюдений, сделанных в полярных областях при помощи радиозонды, явление потепления выразительно выявлялось при магнитных возмущениях, указывающих на приток материальных частиц. Распространявшееся в виде кольца из полярных областей по направлению к более низким широтам потепление вызывает приземное повышение давления. В последующем статья занимается исследованием траектории странствующих антициклонов, выходящих из полярного бассейна по направлению на юг. Автор выявил, что эти антициклоны в преобладающей своей части продвигаются в юговосточном направлении через Северную Америку к Атлантическому океану, и достигают пространства азорского максимума. Этот процесс обеспечивает обновление азорского максимума, также как и его усиление в промежутках времени и его продвижение к Европе. Выявились, что за порывом полярного антициклона после 7—10 дней следует в одинаковом направлении перемещение азорского максимума.

В следующей части своей статьи автор занимается образованием скандинавского антициклона. Он устанавливает, что скандинавский максимум, который на вид холодного термического происхождения, имеет на высотных картах в 75—90% случаев теплый динамический характер и проявляет тесную связь с азорским антициклоном.

На основании найденной связи автор делает попытку прогноза скандинавского максимума, принимая во внимание высотную температуру субтропической зоны Атлантического океана. Такой прогноз возможен на протяжении приблизительно 4–5 дней.

На основе выявленных в предыдущем явлений автор в заключение исследует движение аномалий месячных атмосферных давлений и устанавливает, что выступающие в скандинавском районе в зимний период случаи положительных аномалий давления в преобладающей части проявлялись уже два месяца раньше в азорском районе. Исходя из этого, можно выявить связь между аномалией давления в ноябре в Понта дель Гада и аномалией температуры в январе—феврале в Будапеште. Однако, эта связь ввиду проявляющихся пространственных колебаний не сильная и сама по себе не пригодна для составления прогноза. Дополняя корреляционные связи с постоянным наблюдением за движением месячных аномалий, можно надеяться на составление более успешных средних месячных прогнозов.

THE STRUCTURE OF ANTICYCLONES IN RELATION TO CHANGES IN SOLAR ACTIVITY

Gy. Péczely

Summary

The structure of anticyclone systems essentially influencing the weather in Central Europe is studied in this paper, and attempts are made to establish correlations between the structural processes and solar activity. Accordingly, the Polar, the Azorian, and the Scandinavian anticyclone systems are involved in the investigations. The study reveals that about half of the polar pressure increases connected with polar outbreaks is not the outcome of local cooling, but the effect of material particles arriving from the Sun. The particles penetrating the polar regions are supposed to be warming the higher atmospheric layers, owing to the transformation of their kinetic energy. The phenomenon of warming was well demonstrable by radiosonde observations in the polar regions on the occasion of magnetic perturbations indicative of an influx of material particles. The warming which extends from the polar regions by circling towards the lower latitudes, causes the pressure to rise on the surface.

The paper then proceeds to an examination of the trajectories of anticyclones starting from the polar basin and displaced southward. This examination shows that in their overwhelming majority these anticyclones, passing over North America in a south-eastern direction, make for the Atlantic Ocean and reach the area of the Azorian maximum. This process secures the regeneration of the Azorian maximum, its strengthening from time to time, and its forward motion towards Europe. The investigation also reveals that the outbreak of a polar anticyclone is followed, on an average, in from 7 to 10 days by such a displacement of the Azorian maximum.

The study also deals with the formation of the Scandinavian anticyclone. It establishes that in 75 to 90 per cent of the cases the Scandinavian maximum of apparently cold origin is really of warm dynamic character in the upper air charts, and shows close correlation with the Azorian anticyclone. On the basis of this finding an attempt is made to forecast the Scandinavian maximum by means of the upper air temperature in the subtropical zone of the Atlantic Ocean.

In conclusion, the phenomena observed in the foregoing are made to underlie a study of the movement of the monthly pressure anomalies. This shows the positive pressure anomalies which arise in the Scandinavian region in the winter, to have been present in a great number of cases two months earlier in the Azorian region. Departing from this observation an interconnection can be shown to exist between the pressure at Ponte del Gada in November and the temperature anomalies in Budapest in January–February. However, owing to the spatial fluctuation of the phenomenon, this interconnection is not a close one, and is therefore of no avail for forecasting purposes. It is to be hoped that by improving our knowledge of the correlations, and by continuously observing the movements of the monthly anomalies it will be possible to predict the monthly averages more successfully.

DIE PROGNOSE DER SOMMERNIEDERSCHLÄGE AUF DEM GEBIET CHINAS FÜR DIE NATÜRLICHEN SYNOPTISCHEN ZEITABSCHNITTE

Von

KU TSCHEN-TSCHAU

MITARBEITER DER CHINESISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, PEKING

Mit den Fragen der mittelfristigen Wettervorhersage begann man sich in China nach der Gründung der Volksrepublik China zu beschäftigen. Auf Grund der Methode von *Rossby* und *Namias* fing man im Jahr 1950 an, die 48stündige Wettervorhersage der AT 700 mb anzuwenden. Mit Hilfe dieser Methode wurden 3tägige Prognosen für das Gebiet von Nordchina aufgestellt. Da diese Methode, vornehmlich unter den Zirkulationsverhältnissen Ostasiens, unvollkommen ist, konnten die erzielten Ergebnisse die Meteorologen nicht befriedigen, so dass man diese Methode bald fallen liess.

Im Jahr 1953 begann man in der Volksrepublik China die von *Multanowski* und *Pagawa* ausgearbeitete Methode der mittelfristigen Wettervorhersage zu studieren. Die Grundlage dieser mit der Deutung der natürlichen synoptischen Zeitabschnitte zusammenhängenden Methode ist die sich während der Dauer der natürlichen synoptischen Zeitabschnitte offenbarende gesetzmässige Entwicklung der synoptischen Vorgänge, die die Vorhersage der Entwicklung des Grosswettergeschehens für zwei natürliche synoptische Zeitabschnitte ermöglicht. Diese Methode kann als die zeitgemässeste der heute gebräuchlichen Methoden angesprochen werden.

Die praktische Anwendung dieser Methode setzte in der Volksrepublik China bei Berücksichtigung der speziellen Eigenschaften des Landes Ende des Jahres 1953 ein. Der meteorologische Dienst gibt, den mit dem Kampf gegen das Hochwasser zusammenhängenden spezifischen Bedürfnissen der Volkswirtschaft entsprechend, versuchsweise Niederschlagsprognosen für zwei natürliche synoptische Zeitabschnitte heraus.

Im Lauf der Anwendung der Methode von *Multanowski* und *Pagawa* stellte sich die Frage nach den Grenzen des natürlichen synoptischen Gebietes von Ostasien. Bei der Untersuchung der Vorgänge, die mit der Verbreitung der Kältewellen und mit der Richtungsänderung der Zugstrassen der über Ostasien hinwegziehenden Taifune zusammenhängen, wurde beobachtet, dass die sich im Uralgebiet abspielenden synoptischen Vorgänge einen grossen Einfluss auf die Entwicklung der atmosphärischen Vorgänge über Ostasien ausüben. Die über dem Uralgebiet liegende Zyklone ist das westlichste Glied des Höhende-

formationsfeldes von Ostasien. Infolgedessen wurde die westliche Grenze des natürlichen synoptischen Gebiets Ostasiens auf den 60. Grad östlicher Länge festgesetzt. Im Osten lässt sich die Grenze des natürlichen synoptischen Gebietes am 170. Grad östlicher Breite ziehen.

Bei der Gliederung der atmosphärischen Vorgänge in natürliche synoptische Zeitabschnitte stiess man auf Schwierigkeiten. In Ostasien besitzt die barische Topographie der 500-mb-Fläche nur selten ein Deformationsfeld, dessen Achsen sich auf dem Gebiete des Höhendeformationsfeldsattels kreuzen, sondern es herrschen dort die mit den unbeweglichen barischen Gebilden und den unbeständigen Höhenfrontalzonen zusammenhängenden Vorgänge vor, während die bodennahen Zyklonen- und Antizyklonenbahnen häufig die Höhenfrontalzonen kreuzen.

Dieser Umstand erschwert die Bestimmung der Grenze der natürlichen synoptischen Zeitabschnitte. Deswegen wurde der Entwicklung des 500-mb-Höhenfeldes sowie der infolge des Entstehens von örtlichen wellenartigen Störungen eintretenden Änderung des synoptischen Geschehens eine doppelte Aufmerksamkeit geschenkt, wodurch die Bestimmung der Grenze der natürlichen synoptischen Vorgänge wesentlich erleichtert wurde. Dies bedeutet jedoch keineswegs dass alle Schwierigkeiten überwunden waren. Wenn sich z. B. eine planetare Welle über Ostasien hinweg von Westen nach Osten verlagert, dann ist die Unterteilung der atmosphärischen Vorgänge in natürliche synoptische Zeitabschnitte ungemein schwierig.

Auf Grund der Dauer der Sommerniederschläge der Jahre 1952 und 1953 währten die natürlichen synoptischen Zeitabschnitte 4 bis 6, noch öfters (in 76% der Fälle) 4 bis 5 Tage.

Was die auf die Prognose für den folgenden natürlichen Zeitabschnitt bezüglichen Regeln betrifft, so werden — da in Ostasien regelmässige Deformationsfelder nur selten vorkommen — häufig die auf die Divergenz und Konvergenz bezüglichen Regeln angewandt.

Da in der Entwicklung der synoptischen Vorgänge Ostasiens das Hochdruckgebiet über dem Stillen Ozean eine grosse Rolle spielt, muss ihm eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Verlagerung der sich über dem Stillen Ozean befindlichen Hochdruckgebiete kann zwei Ursachen haben. Die eine Ursache besteht in der jahreszeitlichen Änderung, derzufolge sich das Hoch in der zweiten Julidekade im allgemeinen plötzlich nach Norden verschiebt. Hat sich in der zweiten Dekade der überwiegende Teil des Hochdruckfeldes nach Osten verlagert, so ist von der zweiten Dekade angefangen im allgemeinen ein Vorrücken nach Westen wahrnehmbar.

Die zweite Ursache hängt mit dem Anfang des neuen natürlichen synoptischen Zeitabschnittes zusammen. Zu Beginn des neuen Abschnittes verändert das Zentrum des über dem Stillen Ozean liegenden Hochdruckgebietes in der Regel seine geographische Lage. Wenn sich das Hochdruckgebiet über dem Stillen

Ozean bis zur zweiten Julidekade beispielsweise nach Osten verlagert hat, so ändert sich manchmal plötzlich die Verlagerungsgeschwindigkeit, zuweilen bleibt das Hoch aber auch einige Tage unbeweglich und kann sich sogar westwärts verlagern. Eingehendere Untersuchungen haben gezeigt, dass diese sprungartigen Änderungen in einem sehr engen Zusammenhang mit dem Anfang des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes stehen.

Im Laufe ihrer Untersuchungen stellten die chinesischen Meteorologen mehrere Gesetzmässigkeiten in der Entwicklung der synoptischen Vorgänge fest. So schlägt z. B. der südliche Teil der Isohypsen in der nördlichen Frontalzone eine zonale Richtung ein. In diesem Fall divergieren die Isohypsen vor dem Trog, während das Maximum über dem Stillen Ozean südöstlich vom Trog liegt. Wenn sich das Hochdruckgebiet über dem Stillen Ozean und die Isohypsen des westlichen Teiles der vorerwähnten Frontalzonen vereinigen, so dass im Laufe des Zeitabschnittes positive Isallohypsen entstehen, dann verlagern sich in dem laufenden Zeitabschnitt Trog und Rücken in die entgegengesetzte Richtung, d. h. der Trog verschiebt sich nach Osten und der Rücken über dem Stillen Ozean nach Westen. Im folgenden Zeitabschnitt rückt das Hochdruckgebiet über das Festland vor, wobei die Isallohypsen der Tendenz des neuen Abschnittes ein entgegengesetztes Vorzeichen annehmen werden. Bei einem so ausgestalteten Druckfeld werden keine Taifune in das Gebiet von China einbrechen. Die Intensitätsänderung des Hochdruckgebietes über dem Stillen Ozean lässt sich mit Hilfe der auf dem Hochdruckgebiet beobachteten Isallohypsen vorhersagen. Nicht so einfach ist dagegen die Prognose der Intensitätsänderung der subtropischen Hochdruckgebiete.

In bezug auf die Taifune wurde festgestellt, dass sich die Bahn ihrer Verlagerung am letzten Tag des Abschnittes oder am Anfang des neuen Abschnittes bedeutend ändert. Aus den statistischen Sammelkarten ist ersichtlich, dass dies mit der Entwicklung des über dem Beringmeer befindlichen Troges zusammenhängt. Die Entwicklung der Taifune ist unabhängig vom Zeitabschnitt. Wenn jedoch das Hochdruckgebiet über dem Stillen Ozean gemäss der Vorhersage eine Tendenz zeigt, sich im folgenden Zeitabschnitt nach Norden zu verlagern, dann muss sich die Ostwindzone parallel zum 20. Grad nördlicher Breite verschieben. In solchen Fällen treten häufig Taifune auf, die über die östlichen oder südlichen Meere Chinas vordringen.

Zum Schluss sei die Frage der Niederschlagsprognose gestreift. Es ist allgemein bekannt, dass die jahreszeitlichen Änderungen der Niederschläge in die Zeit zwischen die zweite Juni- und die zweite Julidekade fallen. Um diese Zeit fällt häufig starker anhaltender Regen, dessen Menge im Jangtsetal bis 50 mm erreicht. Von der zweiten Julidekade an kommen solche Niederschläge in der Regel im Becken des Gelben Flusses und des Hwei-ho vor. Wenn die Niederschläge in einem neuen Gebiet auftreten, (mit Ausnahme der örtlichen Niederschläge) oder sich die Richtung der Niederschlagszonenverlagerung und

auch ihre Verlagerungsgeschwindigkeit ändern, dann wird dies der Anfang des Niederschlagsvorganges genannt. Der Beginn des Regenwetters und der natürliche synoptische Zeitabschnitt weichen bloss um einen Tag voneinander ab. Deswegen enthält der natürliche synoptische Zeitabschnitt bloss einen einzigen Niederschlagsvorgang.

Zwischen der herabgefallenen Niederschlagsmenge und dem Zustand der 500-mb-Isobarfläche bestehen folgende Zusammenhänge :

1. Die Zone der grossen Niederschläge findet sich in der Regel im Gebiet des aus dem Zusammentreffen des subtropischen Hochs und des Westwindes stammendem Konvergenzfeldes, das sich vor dem Trog befindet. Wenn sich der Trog entwickelt hat, dann breiten sich die Konvergenz und die Niederschlagszone gegen südlichere Gebiete aus, also von der nördlichen Grenze des Hochdruckrückens über dem Stillen Ozean gegen die Rückenachse zu. Dringt dagegen die Kaltluft mit einer geringen Geschwindigkeit auf der Rückseite des Troges südwärts vor, so wird die durchschnittliche Niederschlagsmenge vor dem Trog im Laufe des natürlichen Abschnittes nicht 50 mm überschreiten. Wenn in der Bodennähe wellenartige Störungen auftreten, kann das Zentrum des Gewittergebietes während der Dauer des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes in der nördlichen Hälfte der sich über dem Gebiet von China erstreckenden Hochdruckrückens verharren.

2. Wenn sich die subtropische Hochdruckzone nach Norden verschiebt, dann ist das Zentrum der grossen Regengüsse an der südwestlichen Grenze, d. h. über dem südlichen Teil Chinas zu finden. Wenn man also für die Tendenz des Zeitabschnittes das barische Feld in der Höhe von 500 mb anzeigt, so kann auf Grund der obenerwähnten Methode auch die Verteilung der Niederschläge vorhergesagt werden. Zur Verbesserung der Niederschlagsprognose untersuchten die chinesischen Grosswetterforscher die verschiedenen Typen der in China gefallenen Niederschläge.

Schliesslich sei ein Beispiel für die Vorhersage der Sommerniederschläge in China für einen natürlichen synoptischen Zeitabschnitt vorgeführt.

Auf Grund der Tendenz des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes vom 10.—11. VII. 1954 soll die Niederschlagsmenge für den folgenden natürlichen Abschnitt, d. h. für den 14. bis 18. Juli prognostiziert werden.

Die Prognose für die synoptische Lage lautet :

a) Am ersten und zweiten Tag des natürlichen synoptischen Zeitabschnittes lag die auf der 500-mb-Fläche beobachtete Nebenzyklone nördlich vom Balchaschsee. Der negative Isallohypsenkern auf der Isallohypsenkarte nimmt um 80 gpm ab, die Tendenz des laufenden natürlichen synoptischen Abschnittes zeigt also, dass sich diese einen Höhentrog bildende Zyklone nach Osten verschiebt und dass an der Stelle, wo sich im ersten Abschnitt eine Rinne befand, im nächsten Abschnitt ein Rücken sein wird.

b) An dem ersten und zweiten Tag des natürlichen synoptischen Abschnittes nahmen die in der Nähe des Baikalsees befindlichen positiven Isalloypsen um 40 gpm ab, folglich wird hier im nächsten natürlichen synoptischen Abschnitt ein Trog erscheinen.

c) Laut der Isohypsen des Zeitabschnittes liegt über Nordostchina ein Hochdruckgebiet. Dem entsprechen positive Isalloypsen, die im Laufe des Abschnittes um 40 gpm zugenommen haben, also wird der Hochdruckrücken im folgenden Abschnitt hier verharren.

d) Da über Nordostchina im folgenden Abschnitt ein hoher Luftdruck zu gewärtigen ist, während im gegenwärtigen Abschnitt im Hochdruckgebiet über dem Stillen Ozean negative Isalloypsen zu finden sind, wird sich das Hoch über dem Stillen Ozean im folgenden natürlichen synoptischen Abschnitt nach Norden verschieben.

Die angeführten Vorgänge sind in Abb. 1—8 dargestellt.

Die Grundlagen für die Aufstellung der Niederschlagsprognose sind die folgenden :

Das über dem Stillen Ozean befindliche Hochdruckgebiet verschiebt sich im folgenden natürlichen synoptischen Zeitabschnitt nach Norden, während sich die südliche, warme, feuchte Luftströmung verstärkt. Gleichzeitig strömt die Kaltluft der vom Baikalsee nach dem Ordosgebiet gerichteten Tiefdruckrinne gegen Süden. Die Kalt- und Warmluft treffen sich im Gebiet des Huangho, folglich bildet sich im Gebiete von der Schantungshalbinsel bis zur Provinz Szetschuan eine von Südwesten nach Nordosten gerichtete Niederschlagszone aus. Die Zone der grossen Niederschläge befindet sich zufolge der Wechselwirkung der Kalt- und Warmluft über dem mittleren oder unteren Teil des Tales des Gelben Flusses, ferner bilden sich in dem Trog über dem vorerwähnten Flussgebiet eine starke Konvergenz und eine wellenartige Störung aus. Die Niederschlagsmenge in diesem Gebiet übersteigt während des natürlichen synoptischen Zeitabschnitts 200 mm. Die tatsächlich gefallenen Niederschlagsmenge belief sich auf 150 mm (Abb. 9—10).

Auf Einwirkung des Hochdrucktroges wurden im südlichen Teil des nordwestlichen Gebietes zwischen dem 14. und 18. Juli Niederschläge von 100 mm erwartet. Tatsächlich fiel in zahlreichen Orten dieses Gebietes 50 mm Regen.

Unsere Prognosen werden im Sommer (Juni—August) für drei Tage und zwei natürliche synoptische Zeitabschnitte aufgestellt. Endgültige Schlüsse wurden allerdings noch keine gezogen. Aus den bisherigen Versuchen kann man jedoch feststellen, dass noch kein vollwertiges Ergebnis erzielt wurde. Darauf weist auch der Umstand hin, dass die auf die Niederschlagsverteilung bezüglichen Vorhersagen bloss zu 70% zutrafen.

Unsere bisherige Arbeit stellt bloss den Anfang des Versuches dar und ist noch überaus lückenhaft. Die Methode und insbesondere ihre physikalische Bedeutung ist noch nicht entsprechend erforscht. Zur Lösung der gesteckten

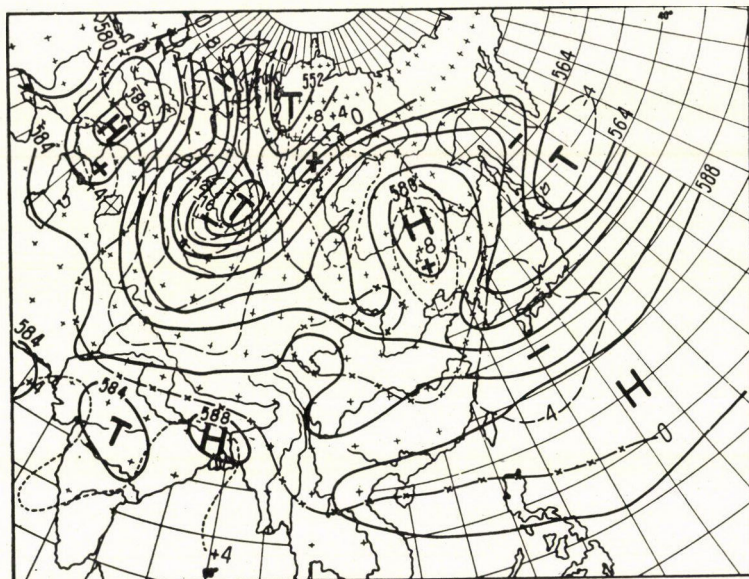


Abb. 1. Mittelkarte der AT 500 mb für den 10.—11. Juli 1954, für die Tendenz des laufenden natürlichen synoptischen Zeitabschnittes und die Höhenänderung für denselben Tendenzabschnitt

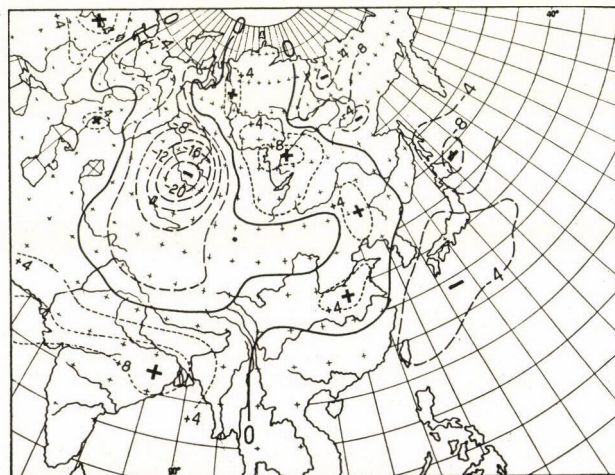


Abb 2. Die Höhenänderung der AT 500 mb am 10. Juli 1954, am ersten Tage des laufenden natürlichen synoptischen Zeitabschnittes

Aufgabe sind die Untersuchungen fortzusetzen und ist die Rolle der orographischen Verhältnisse in der Ausgestaltung der Zyklonen und Antizyklonen eingehend zu untersuchen. Für die langfristige Wettervorhersage für Ostasien stehen



Abb. 3. Die Höhenänderung der AT 500 mb am 11. Juli 1954, am ersten Tage des laufenden natürlichen synoptischen Zeitabschnittes

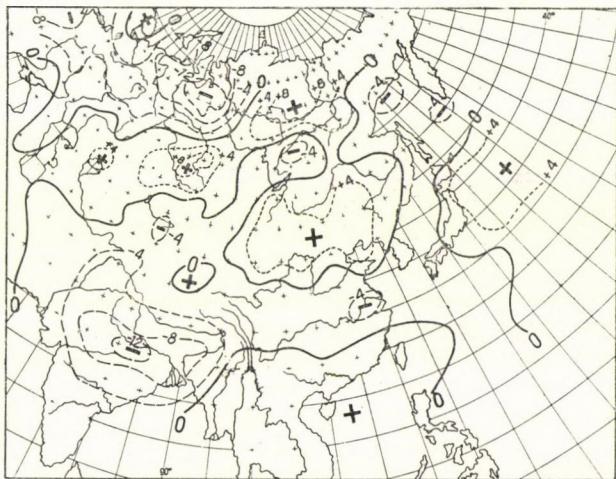


Abb. 4. Die Höhenänderung der AT 500 mb am 10.—11. Juli 1954, am ersten Tage des laufenden natürlichen synoptischen Zeitabschnittes

noch keine entsprechenden Richtlinien zur Verfügung, doch kann auf Grund der obenerwähnten Untersuchungen und Versuche die Methode von Pagawa als die vorzüglichste angesprochen werden, wobei wir die Ansicht ausdrücken, dass die Erforschung und die Anwendung dieser Methode unerlässlich notwendig sind.

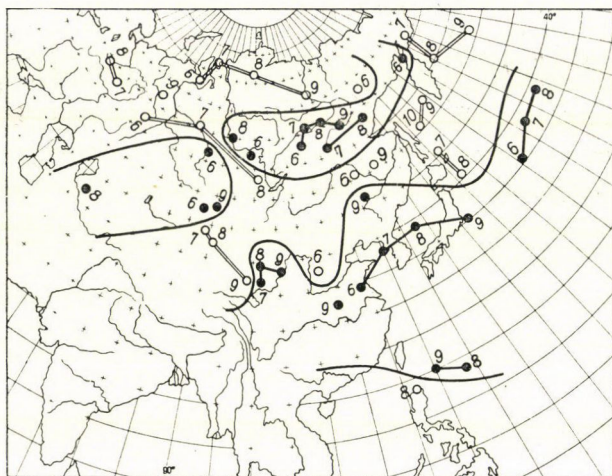


Abb. 5. Kinematische Sammelkarte des vorhergegangenen natürlichen synoptischen Zeitabschnittes vom 6.—10. Juli 1954

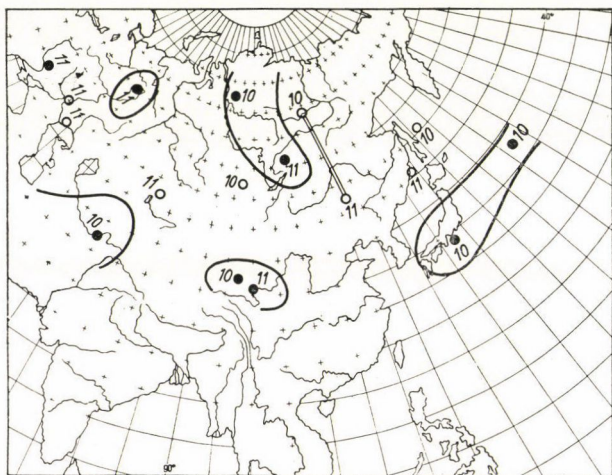


Abb. 6. Kinematische Sammelkarte für die Tendenz des laufenden natürlichen synoptischen Zeitabschnittes vom 10.—11. Juli 1954

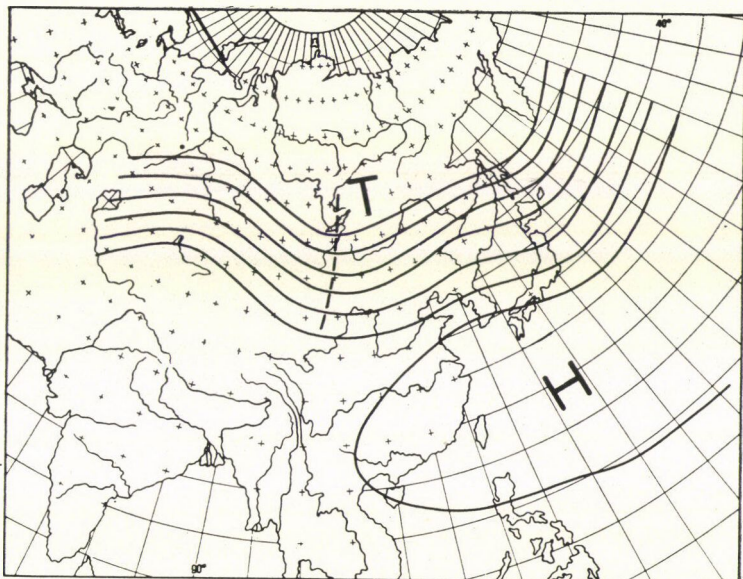


Abb. 7. Prognostische Mittelkarte der AT 500 mb für den 14.—15. Juli, für die Tendenz des natürlichen synoptischen folgenden Zeitabschnittes

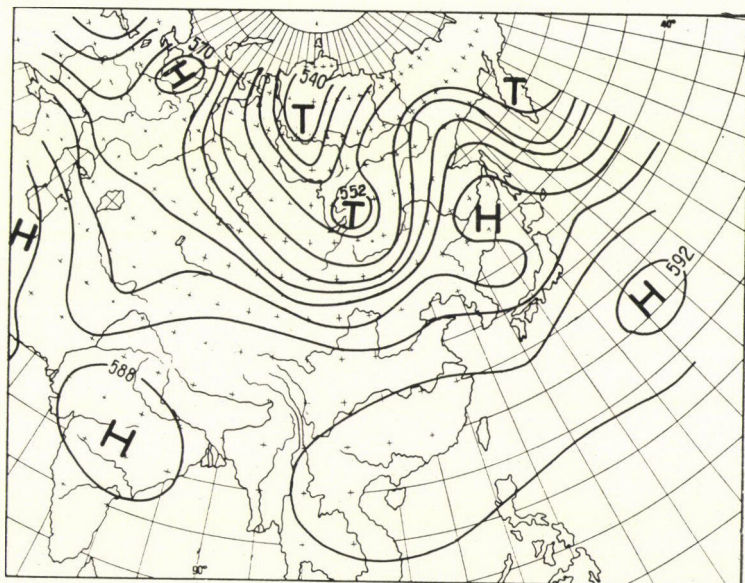


Abb. 8. Mittelkarte der wirklichen AT 500 mb für den 14.—15. Juli 1954, in der Tendenz des folgenden natürlichen synoptischen Zeitabschnittes

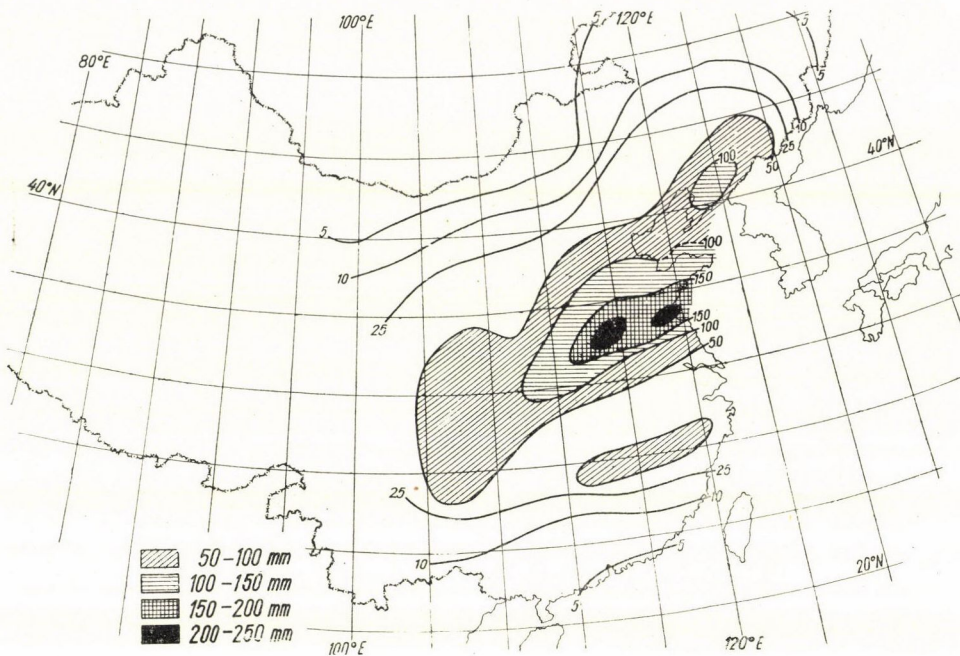


Abb. 9. Die prognostizierte Verteilung der Niederschläge vom 14. — 18. Juli für den folgenden natürlichen synoptischen Zeitabschnitt

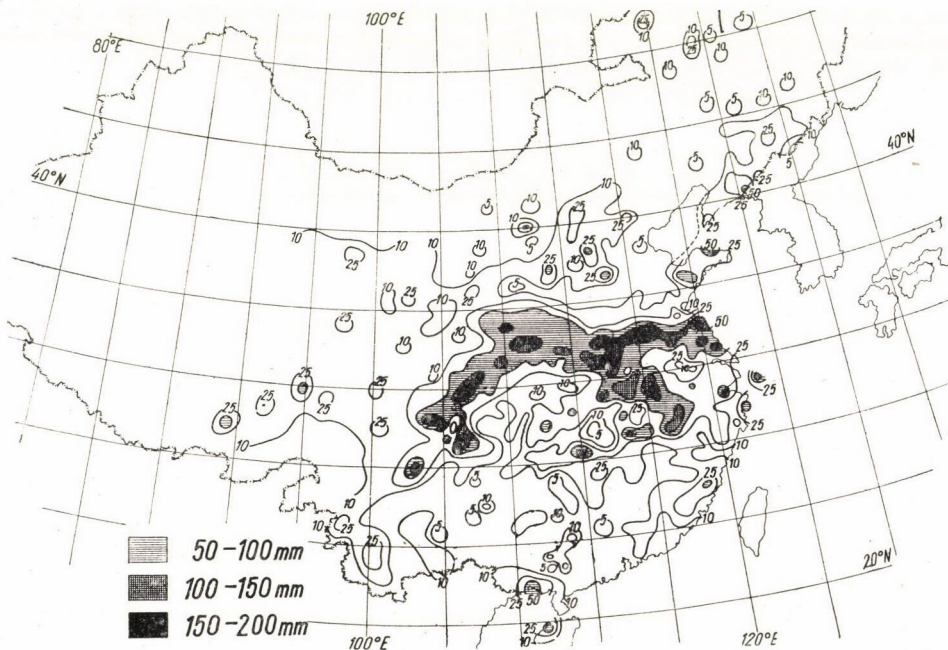


Abb. 10. Wirkliche Verteilung der Niederschläge am 14. — 17. Juli 1954, im folgenden natürlichen synoptischen Zeitabschnitt

ПРОГНОЗ ЛЕТНИХ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КИТАЯ НА ЕСТЕСТВЕННЫЙ СИНОПТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

КУ ЧЭН-ЧАО

Резюме

В Китае долгосрочные прогнозы погоды составлялись впервые в 1950 году, причем вначале опирались на метод Россби-Намиас. Однако, ввиду своеобразных местных условий, этот метод не оказался успешным и поэтому с 1953 года начали применять метод школы Мультиановского и Пагава, основой которого являются естественные синоптические периоды. В связи с внедрением этого метода оказалось необходимым определить границы естественного синоптического района Восточной Азии, которые, согласно исследованиям, простираются на запад до восточной долготы 60° , а на восток до восточной долготы 170° . Определение времени естественного синоптического периода было проведено на основании поверхности 500 мб, с особым учетом областей высокого давления Тихого океана. Проведенные исследования выявили, что скачкообразные изменения скорости перемещения тихоокеанского субтропического максимума тесно связаны с началом естественного синоптического периода. Между количеством выпавших во время установленных естественных синоптических периодов осадков и состоянием абсолютной топографии 500 мб были выявлены следующие зависимости:

1. Зона больших осадков обнаруживается в районе высотной конвергенции вследствие совпадения субтропического высокого давления и западного ветра.

2. Если субтропическая зона высокого давления перемещается на север, то центром больших атмосферных осадков является южная часть Китая.

На основании этих определений составление прогностических указаний о распределении атмосферных осадков удавалось на приблизительно 70%.

В заключение автор приводит пример составления прогноза атмосферных осадков на период от 14—18 июля 1954 года.

FORECASTING SUMMER PRECIPITATION IN CHINA FOR NATURAL SYNOPTIC PERIODS

By

KU CHEN-CHAO

Summary

Long-range weather forecasting, which had been started in China in 1950, was first based on the Rossby-Namias method. This having failed to yield appropriate results owing to the peculiar local conditions, in 1953 the method of Multanovskij and Pagava, resting upon the natural synoptic periods, has been adopted. For the introduction of this method it was first necessary to determine the boundaries of the natural synoptic regions of east Asia. It was found that these could be extended westward to 60° E, and eastward to 170° E longitude. The time of the natural synoptic phase was established on the basis of the 500-mb. surface, with special regard to the high-pressure area of the Pacific Ocean. The studies revealed that the sudden leaplike changes in the translation velocity of the subtropical maximum in the Pacific Ocean were in very close connection with the initial stage of the natural synoptic period. Between the amount of rainfall in the established natural synoptic periods and the 500-mb. absolute topography the following interrelations have been found to exist:

(i) The zone of abundant precipitation lies within the sphere of high-level convergence arising from the subtropical high pressure meeting the westerlies.

(ii) Whenever a northward displacement of the high-pressure subtropical zone takes place, the centre of heavy rainfall is to be found in the southern parts of China.

These findings permitted of successfully forecasting the distribution of rain in 70 per cent of the attempts.

In conclusion, the paper presents an example of rain forecast referring to the period of July 14—18, 1954.

ÜBER DIE HOCHDRUCKGEBIETE IM MITTELTROPOSPHÄRISCHEN NIVEAU DER NÖRDLICHEN NORDHEMISPHERE

Von
M. TEICH

INSTITUT FÜR GROSSWETTERFORSCHUNG, POTSDAM

Zu Beginn der Tätigkeit des im Rahmen des Meteorologischen und Hydrologischen Dienstes der DDR vor etwa einem Jahr neugegründeten Institutes für Grosswetterforschung wurden die in den Normal Weather Charts des US-Weather-Bureaus enthaltenen monatlichen Normalkarten der AT 500 mb so umgearbeitet, dass sie für die im Deutschen Wetterdienst übliche Arbeitsweise brauchbar wurden. Das war deswegen notwendig, weil sie nach einem anderen Masssystem, mit anderen Isohypsenabständen und auf einer anderen Kartenprojektionen konstruiert worden waren.

Diese so entstandene Reihe monatlicher Normalkarten der AT 500 mb bot die Basis, um sich in zirkumpolarer Betrachtungsweise einen klimatologisch-statistischen Überblick über die Höhenhochdruckgebiete nördlich 40° N zu verschaffen. Diese haben bisher nur spezielle und zumeist regional begrenzte Bearbeitungen erfahren.

Da einerseits als aktuelles Kartenmaterial nur die erst seit 1949 veröffentlichten täglichen zirkumpolaren absoluten Topographien der 50° mb-Fläche, herausgegeben vom westdeutschen Wetterdienst, Bad Kissingen, also insgesamt nur fünf vollständige Jahrgänge zur Verfügung standen und andererseits die Anzahl mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete gegenüber derjenigen der Tiefdruckgebiete à priori kleiner ist (etwa 1 : 2 bis 1 : 4), konnte das zugrunde liegende Kollektiv leider nicht sehr umfangreich sein. Da ausserdem jedes Jahr zirkulationsmässig einen eigenen Charakter besitzt und beispielsweise gerade die Jahre 1949 bis 1953 in Mitteleuropa keinen strengen Winter aufwiesen, kann den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung natürlich nur die Bedeutung eines vorläufigen und ersten Überblickes — aber immerhin in zirkumpolarem Umfange — zukommen.

Um nur die im Rahmen der allgemeinen Zirkulation *bedeutungsvolleren* mitteltroposphärischen Hochdruckgebiete zu erfassen, wurden nur diejenigen Hochdruckzellen ausgewählt, die mit ihrer Kernisohypse den jeweiligen lokalen monatlichen Normalwert der AT 500 mb um mindestens 12 gpm übertrafen. Von diesen wurden diejenigen noch besonders markiert, die den Normalwert sogar um mindestens 24 gpm übertrafen.

Die Positionen derartiger Hochdruckgebiete wurden für gleiche Monate der Periode 1949—53 zusammengefasst und in Sammelkarten durch nichtausgefüllte bzw. ausgefüllte Kreise eingetragen. Als Beispiele aus diesen insgesamt 12 Sammelkarten seien hier die Monate Februar und Oktober gezeigt (Abb. 1 und 2).

Die monatlichen Teilkollektive mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete der Gesamtperiode sind in Abb. 3 oben dargestellt. Sie zeigt, dass das Maximum der absoluten Häufigkeit auf die 5 Maimonate, das Minimum auf die 5 Augustmonate und die 5 Oktobermonate fällt. Die Säulendarstellung darunter zeigt

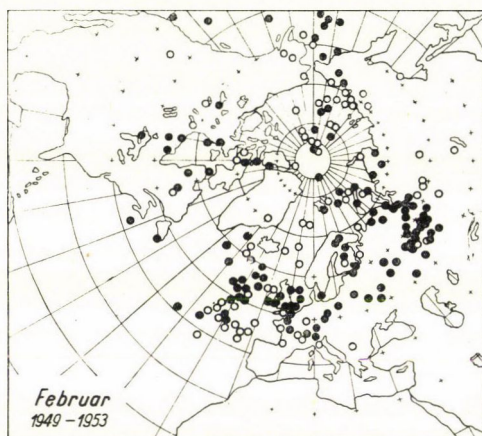


Abb. 1. Sammelkarte der Hochdruckgebiete der Periode 1949—1953 für den Monat Februar. Die nichtausgefüllten Kreise bezeichnen Gebiete, die mit ihren Kernisohypsen den jeweiligen lokalen Normalwert der AT 500 mb um mindestens 12 gpdm, die ausgefüllten Kreise jene, die diesen Wert um mindestens 24 gpdm übertrafen

die zugehörige prozentuale Verteilung in meridionaler Richtung auf die Zonen von 40 bis 60, 60 bis 80 und 80 bis 90° N. Ihr ist zu entnehmen, dass der grösste prozentuale Anteil vorwiegend auf die Zone 40 bis 60° N entfällt, ausgenommen die Monate Juni, Juli und August, in denen die Zone 60 bis 80° N bevorzugt wird. Der auf den polaren Bereich entfallende Anteil ist in allen Monaten sehr gering.

Der Übersichtlichkeit halber ist der Gang der prozentualen Anteile von Monat zu Monat in den einzelnen Zonen und für die normalen bzw. sehr kräftigen Hochdruckgebiete in Abb. 4 nochmals gesondert dargestellt. Das auffälligste Merkmal hieran ist der besonders während des Sommers gut ausgeprägte inverse Gang beim Vergleich der Zonen 40 bis 60° N und 60 bis 80° N, was offensichtlich damit zusammenhängt, dass zu dieser Zeit das subtropische Maximum am weitesten nordwärts verschoben ist.

Werden alle mitteltroposphärischen Hochdruckgebiete der nördlichen Nordhemisphäre monatlich zusammengefasst und dem jahreszeitlichen Gang der

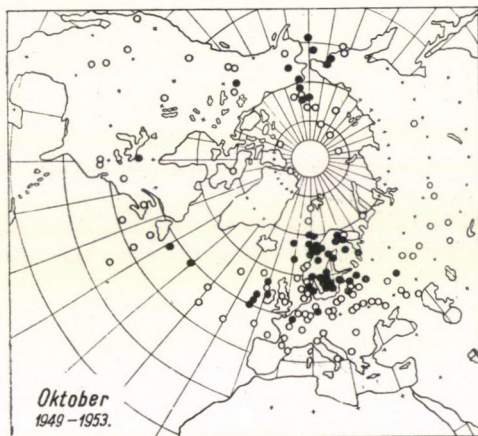


Abb. 2. Sammelkarte der Hochdruckgebiete der Periode 1949—1953 für den Monat Oktober. Kreise wie in Abb. 1

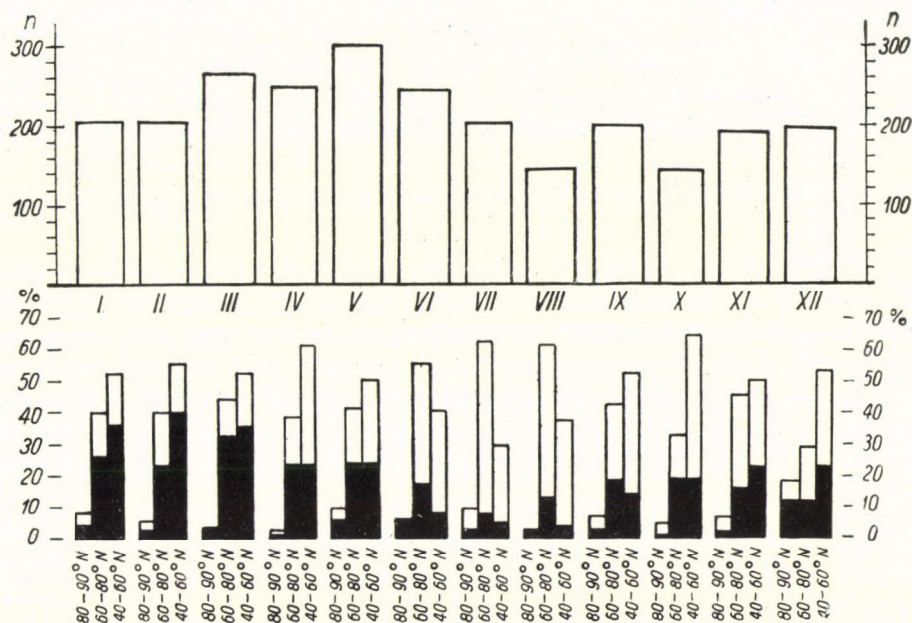


Abb. 3. Die monatlichen Teilkollektive mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete der Periode 1949—1953 (oben). Prozentuale Verteilung der Hochdruckgebiete für die Periode 1949—1953 (unten), für die Zonen 40—60, 60—80 und 80—90° N

mittleren hemisphärischen Höhenlage der AT 500 mb gegenübergestellt (Abb. 5), dann ergibt sich ein um 3 Monate vorverschobener Gleichlauf, d. h. dass die

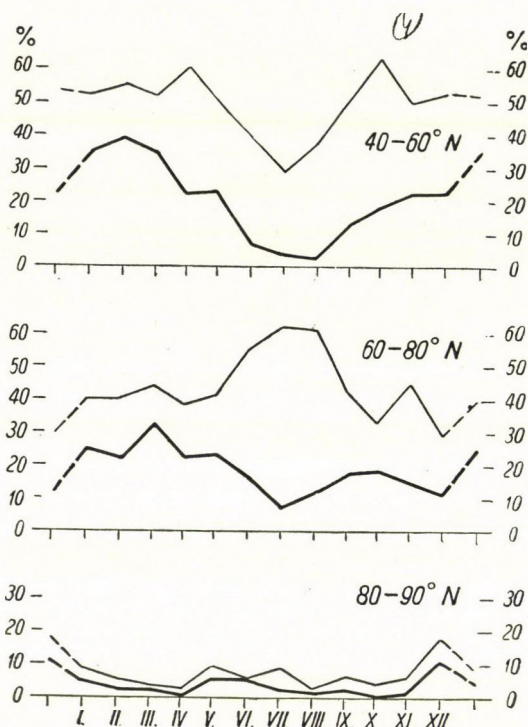


Abb. 4. Gang der prozentualen Anteile der mitteltroposphärischen Hochdruckgebiete von Monat zu Monat in den Zonen 40-60, 60-80 und 80-90° N

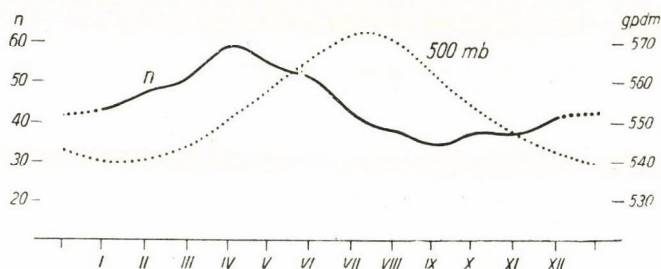


Abb 5. Vergleich des Ganges der mitteltroposphärischen Hochdruckgebiete in den einzelnen Monaten mit dem jahreszeitlichen Gang der mittleren hemisphärischen Höhenlage der AT 500 mb

Neigung zur Ausbildung kräftiger selbständiger Hochdruckgebiete z. Zt. der stärksten Hebung der 500-mb-Fläche am grössten ist.

Unterteilt man die obengenannten Zonen von 40 bis 60° N und von 60 bis 80° N, die im Jahresdurchschnitt mit 50 bzw. 44% aller Fälle nahezu

gleich stark frequentiert werden, in Felder von 20 bzw. 40 Längengraden Distanz, dann ergibt sich für die Zone von 40 bis 60° N (Abb. 6) eine ganz markante prozentuale Häufigkeitsverteilung. Diese zeigt sehr deutlich, dass selbständige mitteltroposphärische Hochdruckzellen in überwiegendem Masse im atlantisch-

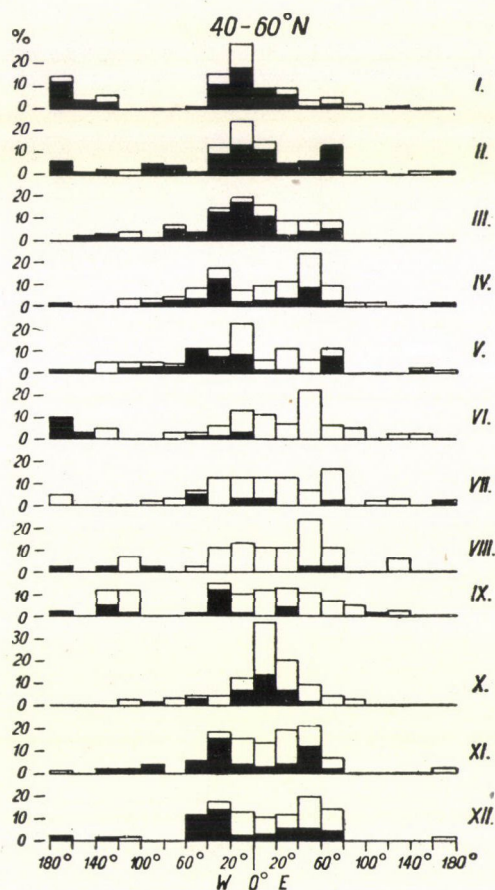


Abb. 6. Prozentuale monatliche Häufigkeitsverteilung der Hochdruckgebiete in der Zone 40–60° N in den einzelnen Abschnitten von je 20 Längengraden

europäischen Raum zwischen 40° W und 80° E auftreten. Das besagt aber, dass der auf sämtlichen Monatsmittelkarten der AT 500 mb am markantesten hervortretende ostpazifisch-westamerikanische Rücken sich hauptsächlich aus tatsächlichen Hochdruckrücken zusammensetzt, während der ostatlantisch-europäische Rücken der Mittelkarten zu einem sehr hohen Prozentsatz aus selbständigen Hochdruckzellen aufgebaut wird. Hier sind also Zellenbildungsvorgänge stärker wirksam, hervorgerufen einerseits durch Abschnürungsprozesse im Gefolge von Kaltluftausbrüchen aus der Polarkalotte, die hier

topographisch begünstigt werden, und andererseits durch dynamische Vorgänge wie den Blockierungseffekt und dem *cutting* off-Prozess, an deren Zustandekommen bis zu einem gewissen Grade topographisch bedingte Reibungseffekte wie auch luftmassenmässige Ursachen beteiligt sind.

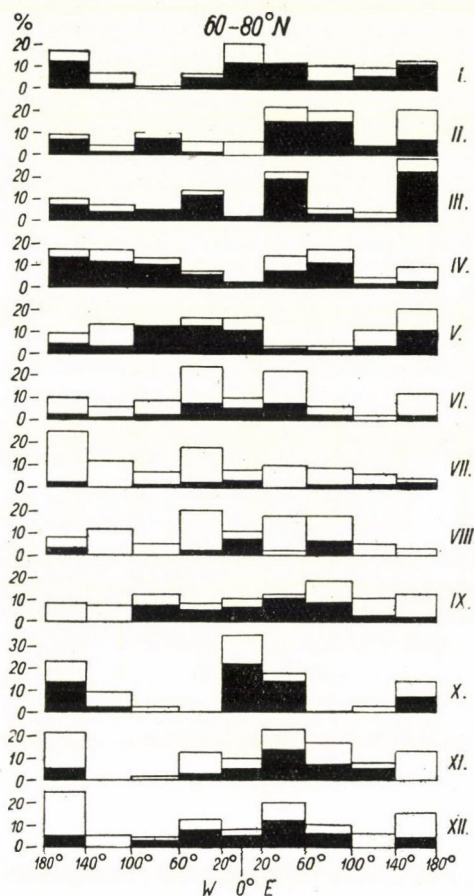


Abb. 7. Prozentuale monatliche Häufigkeitsverteilung der Hochdruckgebiete in der Zone 60–80° N in den einzelnen Abschnitten von je 40 Längengraden

Das Vorkommen der sehr kräftigen Höhenhochdruckgebiete ist am häufigsten vom Spätherbst bis zum Frühjahr.

Innerhalb der Zone 60 bis 80° N (Abb. 7) ist dagegen die prozentuale Häufigkeitsverteilung in zonaler Richtung im allgemeinen ausgeglichener und zeigt keine so ausgesprochene, permanente Dominanz irgendeines Gebietes. Nur die Oktobermonate ergaben die aus der Zone 40 bis 60° N bereits bekannte Sonderstellung des ostatlantisch-europäischen Gebietes.

Von besonderem Interesse an dieser Verteilung erscheint nur noch folgendes :

Auf das Feld des Baffinlandes (60 bis 100° W), das durch die mittlere Lage des troposphärischen Kältepoles ausgezeichnet ist, entfallen im Jahresdurchschnitt immer noch 7% der Hochdruckgebiete dieser Kugelzone, und für das Feld Grönlands (20 bis 60° W), über dem Kaltluftzentrum fast völlig fehlen, ergab sich sogar eine ziemlich hohe mittlere jährliche Häufigkeit mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete von 12%. Die grössten Häufigkeitswerte finden sich hier vom Juni bis zum August. Über diese Tatsache wird später noch einiges zu sagen sein.

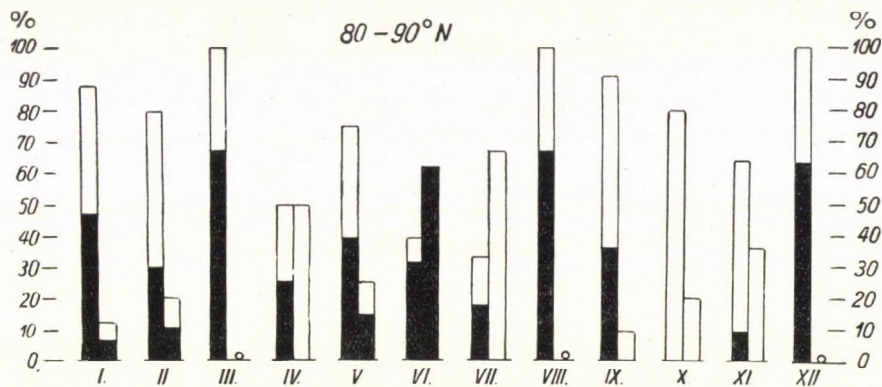


Abb. 8. Prozentuale monatliche Häufigkeitsverteilung der Hochdruckgebiete in der Zone 80–90° N (linke Säule asiatisch-amerikanischer Sektor, rechte Säule atlantisch-europäischer Sektor)

Im engeren polaren Bereich von 80 bis 90° N (Abb. 8), auf den im Jahresdurchschnitt nur 6% aller Hochdruckgebiete entfallen und der hier in eine atlantische und in eine pazifische Hälfte unterteilt wurde, traten Hochdruckgebiete der genannten Art bevorzugt im asiatisch-amerikanischen Sektor (linke Säulen) auf. Nur im Juni und Juli war ihre Anzahl im atlantisch-europäischen Sektor grösser; dagegen fehlten sie dort gänzlich im März, August und Dezember. Der Anteil der besonders kräftigen Hochdruckzellen ist im asiatisch-amerikanischen Sektor zumeist sehr gross, im Durchschnitt 35%. Im atlantisch-europäischen Sektor konnten sie dagegen nur im Januar, Februar, Mai und ganz besonders im Juni festgestellt werden.

Diese Ergebnisse für diesen polaren Bereich liegen in der gleichen Richtung wie die Feststellungen Rodewalds, dass nämlich polare Bodenhochdruckgebiete hauptsächlich von der pazifischen Seite her aufgebaut und gestützt werden.

Nach diesem allgemeinen Überblick über die zeitlich-räumliche Verteilung der mitteltroposphärischen Hochdruckgebiete möchte ich mich jetzt ihrer Persistenz, ihrer Lebensdauer, zuwenden.

Wie die Erfahrung aus der Praxis zeigt, kann die Lebensdauer mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete trotz ähnlicher Vorgeschichte und Entwicklung ausserordentlich verschieden sein und zwischen wenigen Tagen und mehreren Wochen schwanken. Jede Lage ist eben ein Prozess, der letztlich in eine hemisphärische, wenn nicht gar globale Abhängigkeit eingebettet ist. Die komplexe Natur der Entstehung und Fortentwicklung macht eine Prognose der Lebensdauer derartiger Hochdruckgebiete ausserordentlich schwer bzw. unmöglich.

Im Hinblick auf längerfristige Prognosen wurden nur diejenigen Hochdruckgebiete im Niveau der 50°-mb-Fläche betrachtet, die mit verfolgbarer

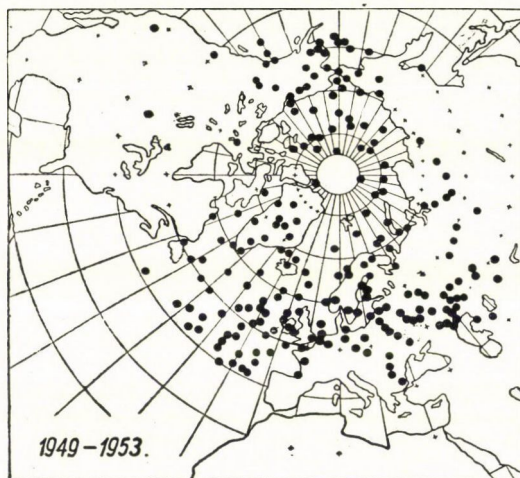


Abb. 9. Erster Tag (Initialposition) des Auftretens von Hochdruckgebieten in der Periode 1949—1953

Kontinuität auf den täglichen Höhenwetterkarten als selbständige Zellen an mindestens 5 aufeinanderfolgenden Tagen registriert werden konnten. Von diesen wurde ein Katalog aufgestellt. Die Position am ersten Tage ihres Erscheinens wurde als »Initialposition« bezeichnet und zur Markierung dieses selbständigen Wirbels benutzt, unabhängig vom Umfang seiner Lebensdauer und seiner weiteren Bewegung. Es ergaben sich für die Gesamtperiode 1949 bis 1953 insgesamt 216 Fälle, die in einer Sammelkarte (Abb. 9) zusammengefasst dargestellt wurden. Diese zeigt zwei grosse Häufungsgebiete der Initialpositionen :

1. im Bereich des gesamten nördlichen Atlantiks, Grönlands sowie Mittel- und Nordeuropas bis etwa zum Ural,
2. im sibirisch-alaskischen Teil des Eismeer, Ostjakutiens und Alaskas.

Beide Gebiete liegen im wesentlichen in den westlichen bzw. zentralen Bereichen der grossen planetarischen Rücken, d. h. dort, wo hauptsächlich

Warmluftschübe mit mehr oder weniger starker Meridional Komponente als elementare Voraussetzung zur Bildung selbständiger mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete auftreten. Die Gebiete der grossen Tröge dagegen sind höchstens sporadisch besetzt.

Wegen der relativ kleinen Anzahl der vorliegenden Fälle (216) konnte nur eine Untergliederung nach Jahreszeiten vorgenommen werden, die in Abb. 10 dargestellt wurde. Ihr ist folgendes zu entnehmen:

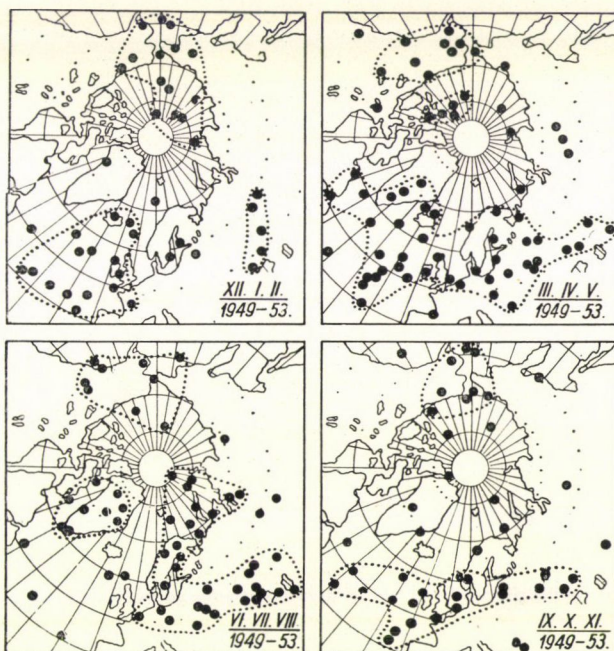


Abb. 10. Initialpositionen von Hochdruckgebieten in der Periode 1949—1953, unterteilt nach den einzelnen Jahreszeiten

Das grosse atlantisch-europäische Häufungsgebiet, das 73% aller Fälle umfasst, hat seinen Schwerpunkt während des Winters über dem Ostatlantik. Im Frühjahr tritt bei starkem Anwachsen der Anzahl der Fälle eine Ausweitung in den europäischen Kontinent hinein. Im Sommer liegt dann der Schwerpunkt hauptsächlich über dem mittel- und osteuropäischen Festland, sowie über Nordeuropa und dem nördlich anschliessenden Seegebiet. Im Herbst tritt eine Rückverlagerung zum östlichen Nordatlantik ein. Ein ähnlicher Gang ist beim Häufungsgebiet der pazifischen Halbkugel zu erkennen, allerdings infolge der geringeren Anzahl der Fälle weniger deutlich.

Besonders auffällig ist ein Häufungsgebiet über Grönland, das, im Frühjahr beginnend, hauptsächlich im Sommer in Erscheinung tritt. Es liegt nahe, diesen Ableger des atlantisch-europäischen Häufungsgebietes in Verbindung zu

bringen mit der Veränderung der allgemeinen Drucksituation vom Frühjahr zum Sommer in diesem Gebiet, die gekennzeichnet wird durch die Verschiebung der mittleren Bodenposition des Islandtiefs vom Seegebiet südöstlich der Südspitze Grönlands nach WNW bis zum östlichen Ausgang der Hudsonstrasse.

Eine statistische Aufgliederung aller 216 Fälle der Gesamtperiode 1949 bis 1953 in Zonen von 10 zu 10 Breitengraden (Abb. 11) ergibt, dass die grössten prozentualen Anteile von Initialpositionen, nämlich 33 bzw. 28%, auf die Zonen 50 bis 60° N bzw. 60 bis 70° N entfallen, wobei dann die Gebiete zwischen 60° W und 60° E stark bevorzugt sind.

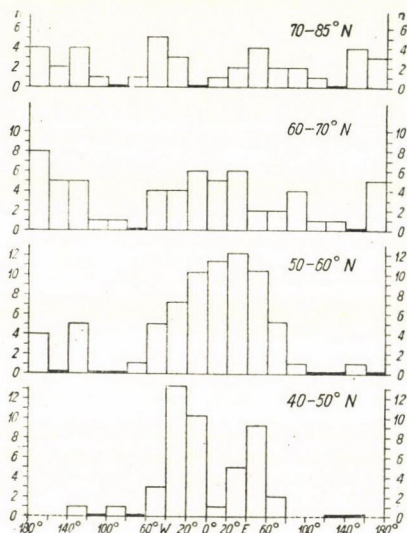


Abb. 11. Statistische Aufgliederung der Initialpositionen von Hochdruckgebieten für die Gesamtperiode 1949—1953 nach je 20 Breitengraden bzw. je 20 Längengraden

Als Faktoren, die in der Zone 40 bis 50° N dieses Maximumgebiet zustandebringen, spielen offenbar eine Rolle :

1. Warmluftschübe von SW her aus der Azorenhochzelle heraus sowie Warmluftschübe an der E- und NE-Flanke eines häufig im Azorenraum oder südlich davon auftretenden Höhentiefs,

2. der *banking*-Effekt auf der rechten Seite sehr kräftiger nordatlantischer Frontalzonen.

Diese Vorgänge treten offenbar überwiegend im Herbst, Winter und Frühjahr auf, während im Sommer infolge der nördlicheren Lage des subtropischen Maximums einerseits wie auch wegen der schwächeren Frontalzone andererseits in diesem Gebiet kaum Initialpositionen auftreten.

In der Zone 50 bis 60° N zeigt sich eine ganz markante Häufungsstelle zwischen 60° W und 80° E. Sie kommt in ihrer gesamten zonalen Ausbildung hauptsächlich während des Frühjahres und des Herbstes zustande, während

im *Winter* vor allem im ozeanischen Abschnitt, im *Sommer* im kontinentalen Abschnitt weitere Initialpositionen hinzukommen. Dabei spielen vorwiegend der Blockierungseffekt und der *cutting-off*-Effekt eine Rolle.

In der Zone 60 bis 70° N ist die zonale Gliederung der Häufigkeitsverteilung weniger markant. Bemerkenswert ist höchstens, dass hier das Maximumgebiet auf der pazifischen Halbhemiſphäre liegt, wo es während *aller* Jahreszeiten aufgebaut wird. Dagegen wird ein weiteres, aber schwächeres Häufungsgebiet über Grönland bis Nordeuropa hauptsächlich nur während des Frühjahres zustandegebracht.

Hinsichtlich der Gesamtlebensdauer der einzelnen mitteltroposphärischen Hochdruckzellen von mindestens 5tägiger Persistenz ergab sich folgende Skala

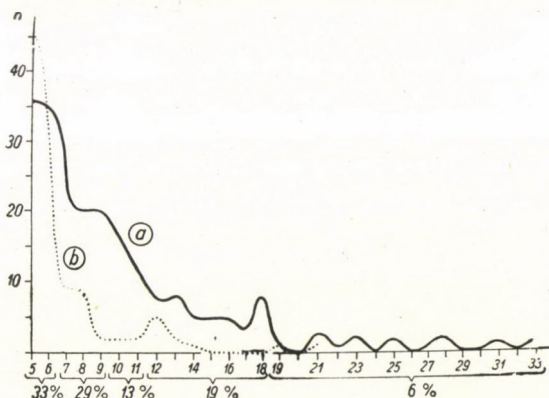


Abb. 12. Persistenz der mitteltroposphärischen Hochdruckgebiete

(Abb. 12). Fasst man ähnliche Häufigkeitswerte gruppenweise zusammen, dann zeigt sich, dass die Hochdruckgebiete mit einer Lebensdauer von 5 bis 6 Tagen am stärksten, nämlich zu 33% vertreten sind. Ihnen folgen dichtauf mit 29% diejenigen mit einer Lebensdauer von 7 bis 9 Tagen. Eine Lebensdauer von 10 bis 11 Tagen kommt nur bei 13% dieser Hochdruckgebiete vor, während eine Lebensdauer von 12 bis 18 Tagen wieder häufiger, nämlich mit 19% vertreten ist. Der Prozentsatz der Hochdruckgebiete noch längerer Persistenz, nämlich von 18 bis 33 Tagen, ist gering, nur 6%.

Im Mittel errechnet sich die Lebensdauer mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete von mindestens 5tägiger Persistenz zu 9,9 Tagen.

Während bei den soeben vorgetragenen Ausführungen über die mitteltroposphärischen Hochdruckgebiete deren Bewegungszustände ausser acht gelassen wurden, sollen diese jetzt mit in den Kreis der Betrachtung einbezogen werden. Sie wurden in der Weise untersucht, dass zunächst von allen 216 Fällen mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete von mindestens 5tägiger Persistenz

die täglichen Positionen und damit ihre Zugbahnen kartenmässig dargestellt wurden.

Von ganz besonderem Interesse sind natürlich diejenigen Hochdruckgebiete, die während ihres Bestehens an irgendeiner Stelle ihrer Bahn *quasistationär* werden. Als Auswahlbedingung für Quasistationarität wurde festgelegt, dass eine individuelle Hochdruckzelle in diesem Falle mindestens 5 Tage lang mit ihrem Zentrum im Bereich eines Kreises vom Durchmesser von 5 bis 7 Breitengraden verbleiben musste. Diese Fläche entspricht etwa dem Bereich zwischen den deutschen Küsten, den Alpen, der Oder und dem Rhein; oder etwa der Fläche Islands oder Irlands u. ä. Entsprechend den mittelfristigen Belangen wurde damit der zeitliche Spielraum des Kollektivs

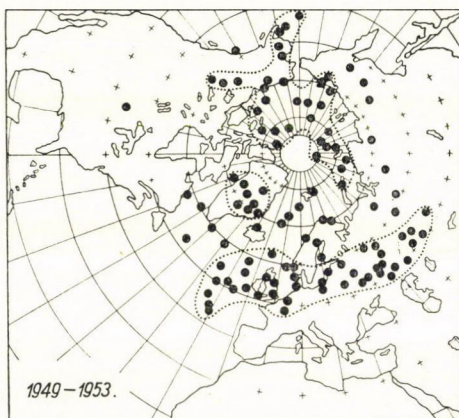


Abb. 13. Sammelkarte der Orte quasistationärer Hochdruckzellen in der Periode 1949—1953

gegenüber den Definitionen anderer Autoren (wie z. B. Rex mit 10 Tagen) erweitert, während gleichzeitig die Variationen der Zellenpositionen stärker eingeschränkt bzw. überhaupt erst genauer präzisiert wurden.

Die Schwerpunkte der Orte quasistationärer Hochdruckzellen der Gesamtperiode 1949—53, insgesamt 107 Fälle, wurden in einer Sammelkarte eingetragen (Abb. 13). Diese zeigt, dass fast überall in dem Gebiet, wo Hochdruckgebiete von mindestens 5tägiger Lebensdauer entstehen, längs ihrer weiteren Zugbahn auch Quasistationarität nach obiger Definition eintreten kann. Doch beginnt die Südgrenze dieser Häufungsgebiete quasistationärer Lagen erst etwa 10 Breitengrade weiter nördlich als die des Gesamtverbreitungsgebietes länger-persistenter Hochdruckgebiete.

Innerhalb dieser Gesamtverteilung heben sich drei Verdichtungsgebiete heraus :

1. zwischen 50 und 60° N vom Ostatlantik bis dicht östlich des Urals,
2. im pazifischen Sektor des Eismeereres einschl. der Karasee und Teilen Nordalaskas,

3. Grönland.

Das letztere und kleinste Gebiet ist höchstwahrscheinlich als reell anzusehen, da alle Jahre der betrachteten Periode an seiner Entstehung beteiligt waren.

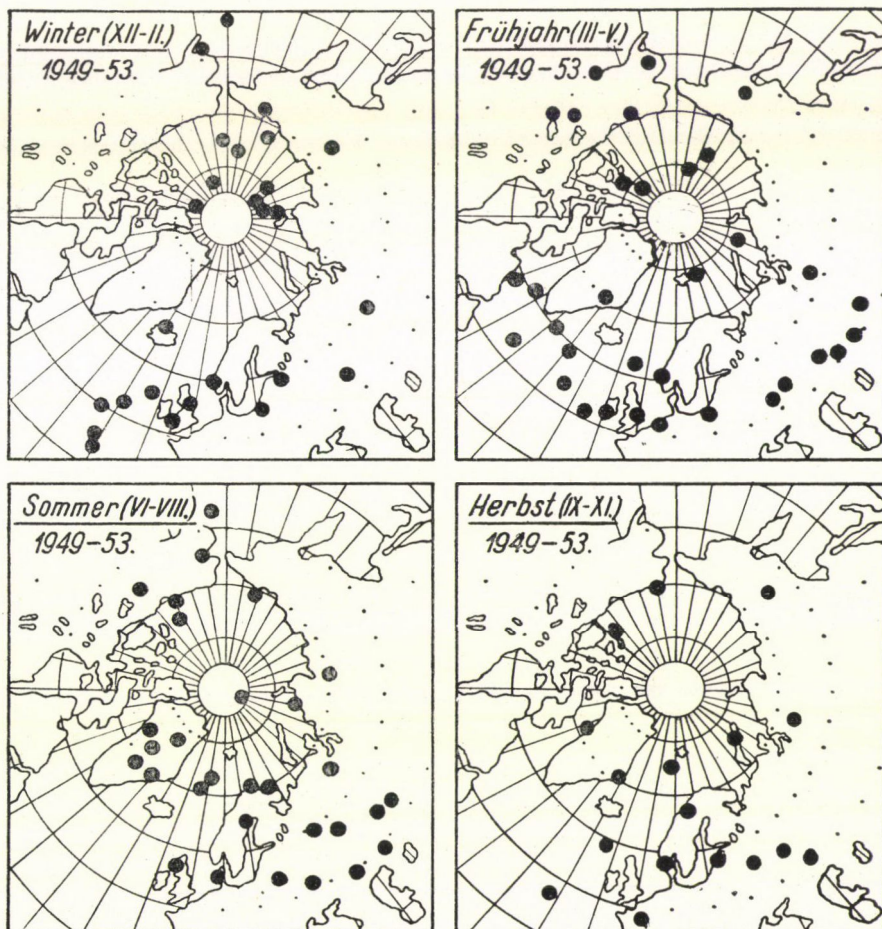


Abb 14. Auflösung der Sammelkarte der quasistationären Lagen von Hochdruckgebieten nach Jahreszeiten

Löst man die Sammelkarte für die 5jährige Gesamtperiode nach Jahreszeiten auf (Abb. 14), dann ergibt sich, dass Frühjahr und Sommer mit 31 bzw. 28% aller Fälle die bevorzugten Jahreszeiten für quasistationäre Lagen sind. Ihnen folgen der Winter mit 25% und der Herbst mit 16%.

Wenn auch der Umfang des betrachteten Gesamtkollektivs von insgesamt 107 Fällen bzw. der jahreszeitlichen Teilkollektive nicht sehr gross ist, so können doch auf Grund dieser jahreszeitlichen Sammelkarten unter der Bedingung,

dass wenigstens 3 der untersuchten 5 Jahre ähnliche Verhältnisse aufwiesen, die folgenden, offenbar noch vertretbaren Aussagen über das Vorkommen quasistationärer Lagen gemacht werden:

1. Im Winter werden das ostatlantische Randgebiet zwischen 40 bis 60° N sowie der pazifische Sektor des Eismeereres bevorzugt.

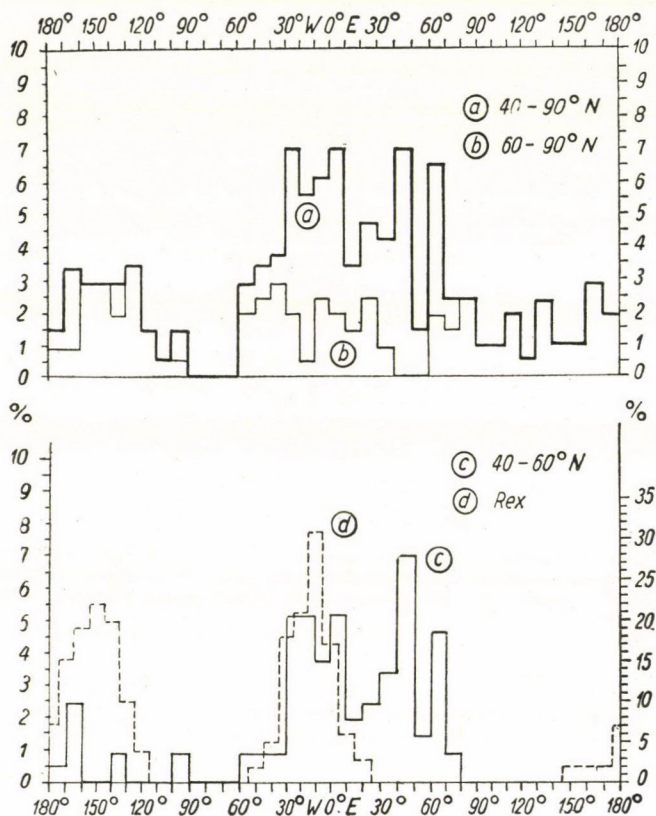


Abb. 15. Quasistationäre Lagen in der Gesamtperiode 1949–1953 für die Gesamthemisphäre (Kurve a), für die Zone 60–90° N (Kurve b), für die Zone 40–60° N (Kurve c) und Häufigkeitsverteilung der blockierenden Hochs nach Rex (Kurve d)

2. Im Frühjahr weisen der Nordatlantik und das europäische Festland etwa gleich viele Lagen auf. Im Eismeer tritt eine grössere Streuung und eine Ausweitung gegen Alaska hinein.

3. Im Sommer konzentrieren sich die quasistationären Lagen des atlantisch-europäischen Raumes fast ganz auf den Kontinent sowie auf Grönland.

4. Der Herbst zeigt bei erheblich geringerer Anzahl der Fälle eine differenzierte Verteilung, die mehr oder weniger derjenigen des Sommers ähnlich erscheint.

Eine Säulendarstellung für die Gesamtperiode ergibt für die gesamte nördliche Nordhemisphäre sowie für deren beide Hauptzonen das folgende Bild (Abb. 15):

Für die Gesamthemisphäre (Kurve *a*) zeigt sich ein breites Maximumgebiet zwischen etwa 60° W und 70° E, ein Nebenmaximum zwischen 130° E über 180° bis 120° W. Wie aus den Teilverteilungen für die Zone 60 bis 90° N (Kurve *b*) sowie für die Zone 40 bis 60° N (Kurve *c*) ersichtlich wird, kommt das Hauptmaximum der Gesamtverteilung (Kurve *a*) hauptsächlich durch die quasistationären Lagen in den gemässigten Breiten (40 bis 60° N), das

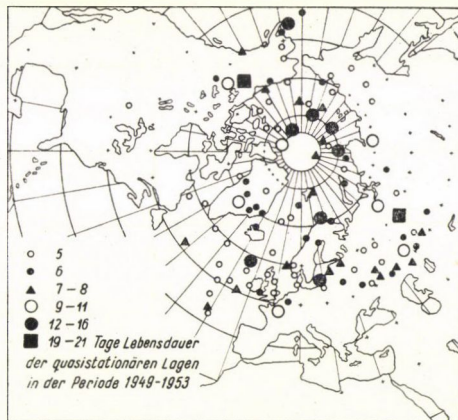


Abb. 16. Lebensdauer der quasistationären Lagen in der Periode 1949–1953

Nebenmaximum dagegen fast ausschliesslich durch die den höheren Breiten auftretenden quasistationären Lagen zustande.

Hierzu interessiert besonders eine Gegenüberstellung mit der Häufigkeitsverteilung, die von Rex für blockierende Hochs angegeben worden ist (Kurve *d*). Der Vergleich zeigt, dass die quasistationären Lagen zwischen 30° W und 10° E hauptsächlich dem direkten Blockierungseffekt zugeschrieben werden können, dass dagegen die östliche Fortsetzung dieses Maximumgebietes mehr durch die auf das blockierende Hoch stromabwärts folgende zellulare Gliederung der Strömungsanordnung verursacht wird.

Die Lebensdauer der verschiedenen quasistationären Lagen obiger Definition umfasst eine Skala bis zu 21 Tagen (Abb. 16). Das Gros bilden die Lagen von 5- bis 6tägiger Andauer. Eine gewisse Häufung der zahlenmässig bereits erheblich geringerer 7- bis 8tägigen Lagen im weiteren Bereich des südlichen Ural entstand nur während zweier Jahre und hat damit wahrscheinlich keine allgemeinere Bedeutung. Die wenigen 12- bis 14tägigen Lagen über dem Eismeer traten während dreier Jahre auf, und zwar nur im Winter und Frühjahr. Die sporadischen quasistationären Lagen noch längerer Andauer verdanken

ihre grosse Lebensdauer anscheinend mehr zufälligen Gegebenheiten und Entwicklungen.

Aus dieser Verteilung muss also insgesamt leider der Schluss gezogen werden, dass gegenwärtig noch keine irgendwie engeren Bindungen lokaler oder jahreszeitlicher Art im Hinblick auf die Andauer quasistationärer Lagen feststellbar sind.

Als mittlere Lebensdauer aus allen 107 quasistationären mitteleuropäischen Hochdruckgebieten ergaben sich 6, 8 Tage.

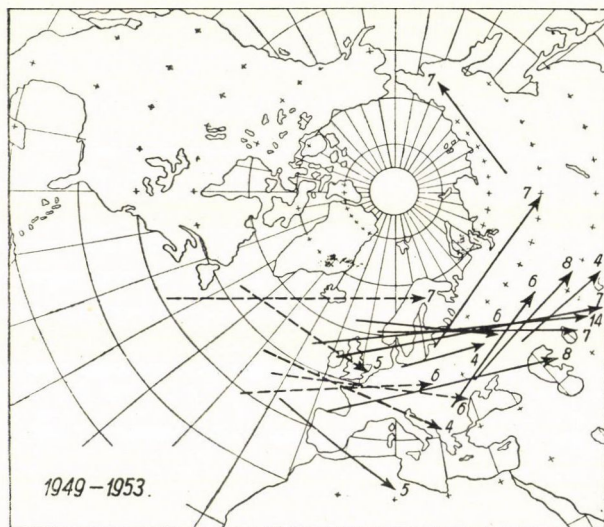


Abb. 17. Zonal-progressive Bewegungen mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete längerer Persistenz. Die Pfeile geben den Anfangs- und Endpunkt der Bahnen, die Zahl an ihrer Spitze die Zugdauer in Tagen an. Ausgezogene Pfeile bedeuten Hochdruckgebiete, die während ihres ganzen Zuges eine schnelle zonale Bewegung ausführen, gestrichelte Pfeile Gebiete, wo dies nur an Teilstücken ihrer Bahn der Fall ist

Zum Abschluss seien noch einige kurze Bemerkungen zu zwei markanten Bewegungszuständen mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete längerer Persistenz angeführt :

Sehr schnelle zonal-progressive Bewegungen (Abb. 17) mit einer Verlagerung von mindestens 5 Längengraden pro Tag im Mittel an drei aufeinanderfolgenden Tagen traten fast ausschliesslich im atlantisch-europäischen Raum, hauptsächlich erst ab 30° westl. Länge ostwärts auf. Dagegen fehlen sie über dem pazifischen Halbraum der nördlichen Nordhemisphäre fast ganz. Dabei geben die Pfeile nur Anfangs- und Endpunkte dieser Bahnen, nicht diese selbst an. Die Zahl an der Pfeilspitze gibt die Zugdauer in Tagen an. Ausgezogene Pfeile markieren diejenigen Hochdruckgebiete, die von Anfang bis Ende ihrer Existenz eine derartige schnelle zonale Bewegung ausführen ; durch gestrichelte Pfeile sind diejenigen Hochdruckgebiete markiert worden, bei denen nur Teil-

stücke ihrer gesamten Zugbahn eine schnelle zonal-progressive Bewegung gemäss obiger Bedingung aufweisen.

Ein grosser Teil dieser Hochdruckschnellläufer tritt in Verbindung mit kräftigen Frontalzonen auf, vorwiegend als begleitende Hochs auf der rechten (südlichen) Flanke der Starkwindfelder. Erfahrungsgemäss sind zonal gerichtete und sehr lang gestreckte Frontalzonen nur kurze Zeit dynamisch stabil und erfahren sehr bald eine wellenförmige Deformation. Dabei entwickelt sich der erste Rücken vorwiegend im Bereich des östlichen Atlantiks und kann somit, wenn die sonstigen Verhältnisse günstig liegen, das Initialgebiet für

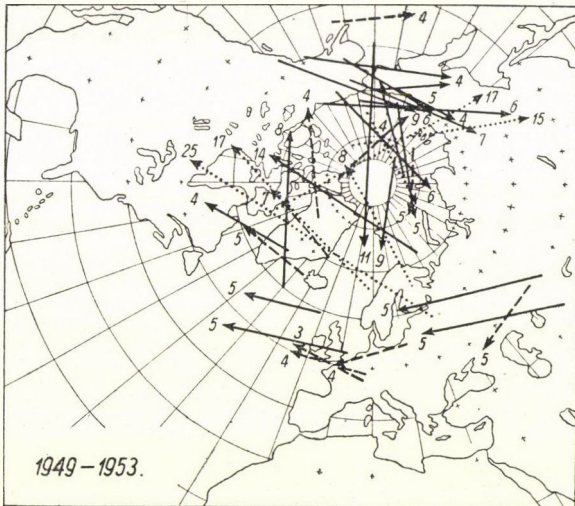


Abb. 18. Zonal-retrograde Bewegungen mitteltroposphärischer Hochdruckgebiete längerer Persistenz. Ausgezogene Pfeile bedeuten totale, gestrichelte Pfeile abschnittsweise retrograde Bewegungen dar, während punktierte Pfeile durch zeitweilige Quasistationarität unterbrochene retrograde Gesamtbewegungen bezeichnen

die Abschnürung einer selbständigen schnell wandernden Hochdruckzelle werden.

Als mittlere Zuggeschwindigkeit derartiger Schnellläufer ergaben sich 8,5 Längengrade pro Tag. Als maximale Durchschnittsgeschwindigkeit wurden etwa 13 Längengrade pro Tag erreicht. Hinsichtlich des Auftretens sind anscheinend das Frühjahr und der Herbst bevorzugt.

Der entgegengesetzte extreme Bewegungszustand, also *starke zonal-retrograde* Bewegungen (Abb. 18), über insgesamt mindestens 20 Längengrade in den gemässigten (40 bis 60° N), 30 Längengrade in den subpolaren Breiten (60 bis 70° N) und 60 Längengrade in den Gebieten nördlich 70° N an mindestens 3 aufeinanderfolgenden Tagen wurde als von allen Stellen aus dem Gebiet der Initialpositionen länger persistenter Hochdruckgebiete ausgehend

festgestellt. Die ausgezogenen Pfeile bedeuten dabei totale Ostwestverlagerungen einer Hochdruckzelle von Beginn bis Ende ihrer Existenz; gestrichelte Pfeile bedeuten dagegen nur in die Gesamtbahn eingeschaltete starke retrograde Teilbewegungen. Punktierte Pfeile stellen retrograde Gesamtbewegungen dar, die aber durch zeitweilige Quasistationärität unterbrochen wurden. Wie aus der Darstellung ersichtlich wird, ist in Anbetracht der geringeren absoluten Häufigkeit der Initialpositionen im pazifischen Halbraum dort die prozentuale Häufigkeit zonal-retrograder Bewegungen erheblich grösser als im atlantisch-europäischen Sektor. Während nämlich im pazifischen Sektor etwa jedes dritte mitteltroposphärische Hochdruckgebiet von mindestens 5tägiger Lebensdauer eine zonal-retrograde Gesamt- oder Teilbewegung von mindestens 3 Tagen Dauer aufweist, ist das im europäisch-atlantischen Sektor nur bei etwa jedem neunten Hochdruckgebiet der Fall.

Aus dem pazifischen Häufungsgebiet heraus gehen diese retrograden Bewegungen offenbar auch *mehr kontinuierlich* vor sich, im atlantisch-europäischen Raum dagegen mehr rhythmisch, unterbrochen von quasistationären Zuständen.

Die Verlagerungsgeschwindigkeit hat eine Grössenordnung von etwa 400–600 km pro Tag, was mit den wenigen, bisher in der Literatur für Retrogressionen bekannt gewordenen, empirisch oder auch theoretisch gefundenen Werten befriedigend übereinstimmt.

Im Hinblick auf die gesamte Hemisphäre treten retrograde Zugbahnen vorwiegend im Frühjahr auf.

Damit möchte ich meine Ausführungen über statistische Untersuchungen der mitteltroposphärischen Hochdruckgebiete der nördlichen Nordhemisphäre beschliessen. Es sei nochmals betont, dass in Anbetracht des geringen zeitlichen Umfanges des überhaupt vorhandenen kartenmässigen Materials die vorgetragenen Ergebnisse nur einen ersten und vorläufigen Überblick bieten können. Da man aber der Meinung sein kann, dass insbesondere eine Aufhellung der noch wenig geklärten Zusammenhänge zwischen den wechselnden Drehimpulsübertragungen im System Erde-Atmosphäre und den Bewegungszuständen der grossen steuernden Zyklonen und Antizyklonen einen Ansatzpunkt für einen weiteren Fortschritt in der Erkenntnis des Mechanismus der Grosswetterentwicklung im hemisphärischen Massstabe zu liefern imstande wäre, könnte auch dieser vorläufige Überblick schon gewisse Hinweise bieten.

Die Wirksamkeit der Steuerungszentren bezüglich der Druckänderungsgebiete ist bereits weitgehend geklärt und findet prognostische Anwendung. Wie aber die Steuerungszentren selbst gesteuert werden, das dürfte wohl eines der wichtigsten nächsten Probleme für die Grosswetterforschung hauptsächlich im Hinblick auf langfristige Vorhersagen sein. Die im vorstehenden vorgetragenen statistischen Feststellungen sollten hierzu einen kleinen Beitrag liefern.

ОБЛАСТИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ В СРЕДНЕЙ ТРОПОСФЕРЕ
НА СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ

М. ТЕЙХ

Резюме

Статья излагает при помощи климатическо-статистических методов в циркум-полярных масштабах области высокого давления, проявляющиеся на абсолютной топографии 500 мб. Автор рассматривает как области высокого давления такие области, в центре которых величина изогипс превышает по меньшей мере на 12 геопотенциальных метров соответствующие средние величины. На основании дневных циркумполярных карт 1945—1953 гг. отображалось пространственно месячное распределение этих отсеков высокого давления. Было установлено, что максимум частоты падает на май, а минимум на август. В целях определения меридионального распределения, материал был распределен на три зоны, а именно на зоны от 40—60, 60—80 и на 80—90° северной широты. К арктической зоне относятся весьма мало данных (всего лишь 6%), а в остальных зонах проявляется из-за годичного перемещения субтропического антициклона противоположный годичный ход. Особому исследованию подвергались области с весьма высоким давлением, а также и распределение по долготам. Автор занимался также продолжительностью и движением областей высокого давления, с особым учетом сохраняющихся больше, чем на пять дней, а также и квазистационарных областей. Относительно первых областей автор установил, что отсеки, продолжительностью больше пяти дней, исходят, главным образом, из следующих областей: а) Северный атлантический океан, Гренландия, Средняя и Северная Европа, и б) части Ледовитого океана около Сибири и Аляски, восточная часть Якутской АССР и Аляски. Ввиду сравнительно небольшого числа данных, возможно было провести расчленение только по временам года. Квазистационарные отсеки высокого давления, то есть такие, которые сохраняются по меньшей мере в течение пяти дней в одном узком районе, не проявляют особого географического распределения. На тех местах, где имеются отсеки большой продолжительности, там они могут стать квазистационарными. В заключение автор исследует области высокого давления с быстрым, зональным движением. К этим последним он причисляет те области, которые ежедневно перемещались на пять градусов долготы в среднем. Максимальная скорость продвижения областей составляла в западно-восточном направлении 13 градусов долготы в день, что чаще всего проявлялось весной и осенью. Средняя скорость ретроградных областей, то есть продвигающихся в восточно-западном направлении была 400—600 км/день. Особенно выделяющихся исходных зон нельзя обнаружить.

HIGH-PRESSURE AREAS OF THE MIDDLE TROPOSPHERE
IN THE NORTHERN HEMISPHEREBy
M. TEICH

Summary

The high-pressure areas appearing in the 500-mb. absolute topography are treated of in this paper, with climatic-statistical methods and on circumpolar scale. Those areas are taken to be highs, in the centre of which the contour value exceeds the corresponding mean value by at least 12 gpm. The monthly distribution of these high-pressure cells are established on the basis of the daily circumpolar maps for the years 1945—1953. It is found that the frequency maximum occurs in May, the minimum in August. To ascertain distribution along the meridians the material is divided over three zones with demarcations from 40 to 60, from 60 to 80 and from 80 to 90° N. There are just a few data (6 per cent in all) to come within the polar zone, while in the other two zones opposite variations appear, due to the annual displacements of the subtropical anticyclones. The areas of very high pressure are subjected to independent studies, and so is the distribution according to longitudes. Motion and duration of the high-pressure areas are dealt with separately, special attention being devoted to those subsisting for more than five days, and to the quasi-stationary areas. As regards the first, it is established

that cells of a duration exceeding five days usually set out from one of the following two areas : (i) from the North Atlantic Ocean, Greenland, Central and Northern Europe ; (ii) from the Siberian and Alaskan parts of the Arctic Ocean, Eastern Yakut, and Alaska. Because of the relatively small number of cases, seasonal distribution only is possible. Quasi-stationary high-pressure cells, i. e. such as stay for at least five days within a smaller area, show no particular geographical distribution. Where there exist cells of a longer span of life, there they may become quasi-stationary. Finally, the high-pressure areas of rapid zonal motion are studied. Among them are counted those that cover, on an average, five degrees of longitude a day. The ones which move from west to east travel at a maximum speed of 13 degrees of longitude a day, and occur most frequently in the spring and the autumn. Those of retrograde, east to west, motion display an average speed of 400 to 600 km/day. There is no zone outstanding for the setting out.

ÜBER ZEITLICHE UND ÖRTLICHE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER ZONAL- UND MERIDIONALZIRKULATION IN 500 MB ÜBER MITTELEUROPA UND DEN ANGRENZENDEN GEBIETEN

Von
H. MAEDE

INSTITUT FÜR GROSSWETTERFORSCHUNG, POTSDAM

In Übereinstimmung mit den heutigen Forschungsergebnissen über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre wurde seit der Gründung des Instituts für Grosswetterforschung in der DDR versucht, die allgemeinen Strömungsverhältnisse der Atmosphäre über Mitteleuropa möglichst einfach in ihrer räumlichen und zeitlichen Abhängigkeit zu erfassen. Zu diesem Zweck wurden die täglich gezeichneten Zirkumpolarkarten der 500-mb-Fläche in Verbindung mit den entsprechenden Monatsmittelkarten statistisch ausgewertet.

Die Zonal- und Meridionalkomponenten der Strömung in 500 mb wurden über 4 Gebieten, dem Westatlantik, dem Ostatlantik, Mitteleuropa und Osteuropa, ermittelt (Abb. 1). Jedes dieser Gebiete umfasst ein Quadrat mit einer Höhe von 15 Breitengraden und einer entsprechenden Breite von etwa 20 bis 30 Längengraden. Es wurden über dem Westatlantik die Breitenkreise 35 und 50 Grad, über dem Ostatlantik und Mitteleuropa die von 45 und 60 Grad und über Osteuropa die von 50 und 65 Grad als südliche bzw. nördliche Grenzen der Gebiete gewählt, während die senkrechten Mittellinien dieser Gebiete auf dem 50., 20. Meridian westl. v. Greenwich und auf dem 15. bzw. 45. Meridian östl. v. Greenwich fielen.

Um beim praktischen Gebrauch unnötige Umrechnungen zu vermeiden, wurden als Mass der Zonal- und Meridionalkomponenten der Zirkulation die Differenzen der Isohypsen zwischen den erwähnten fest vorgegebenen Breiten- bzw. Längengraden genommen und in jedem Gebiet auf je 3 Breiten- oder Längengraden ausgemessen und räumlich gemittelt. Zum besseren Vergleich dieser Grössen* in verschiedenen Monaten wurden ihre Tageswerte in Abweichungen von den Monatsnormalwerten tabelliert und graphisch aufgetragen. Die Zonalkomponenten wurden mit Z, die Meridionalkomponenten mit M bezeichnet, wobei zur genaueren Kennzeichnung der Anfangsbuchstabe des Gebietes an Z und M als Kennbuchstabe angehängt wurde (Z_{WA} bedeutet also

* Sie stellen abgesehen von einem im Untersuchungsraum konstanten Faktor die von Rossby usw. eingeführten Indizes der Zonal- und Meridionalzirkulation dar. Zur Abkürzung sei es gestattet, sie hier ebenso zu bezeichnen. (Vergleiche z. B. Namias in [1].)

im wesentlichen den Index der Zonalzirkulation über dem Westatlantik). Die Werte für Mitteleuropa wurden mit Z_0 und M_0 bezeichnet.

Im Verlauf der Untersuchung erwies es sich als nützlich, auch die Höhe der 500-mb-Fläche (H) im Mittelpunkt der betrachteten Gebiete den Karten zu entnehmen. Weiterhin wurden im Schnittpunkt der Trogachse des Ostamerikanischen Höhentrogos mit dem 52. nördlichen Breitenkreis die Abweichung der geographischen Lage (L) und die der Höhenlage der 500-mb-Fläche (K) vom jeweiligen Monatsmittel bestimmt. Schliesslich wurden als Ausdruck für die Temperatur des atlantischen Sektors der Polarkappe die täglichen Werte der relativen Topographien an 5 Punkten (dem Nordpol, in $82,5^\circ$ n. B., 20° w. L.;

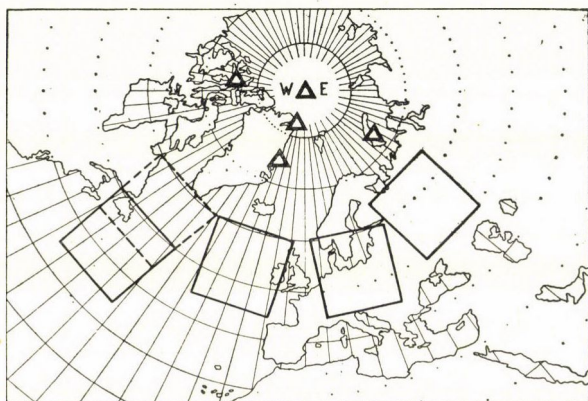


Abb. 1. Die vier Untersuchungsgebiete der Zonal- und Meridionalen Komponenten der Strömung in 500 mb. (Von links nach rechts: Westatlantik, Ostatlantik, Mitteleuropa, Osteuropa.) Die Dreiecke stellen die Messpunkte der relativen Topographien dar

75° n. B., 100° w. L., 75° n. Br., 20° w. L.; 75° n. Br., 60° ö. L.) ausgemessen und gleichfalls in Abweichungen von den monatlichen Normalwerten tabelliert (N).

Alle bisher aufgezählten Werte wurden für die Jahre 1949 bis 1953 aus den täglichen Zirkumpolarkarten der 500-mb-Fläche, die vom Westdeutschen Wetterdienst herausgegeben wurden, und seit August 1953 aus den eigenen Zirkumpolarkarten entnommen. Dadurch ergeben sich für jede Grösse monatlich 150 bis 180 Werte und für die Jahreszeiten Sommer (VI bis IX) und Winter (XII bis III) etwa 600 bis 700 Einzelwerte, die naturgemäss voneinander abhängig sind. Für alle so entstehenden 16 Wertereien wurden die übergreifenden 3-Tagesmittel \bar{Z} , \bar{M} usw. und von diesen die interdiurnen Änderungen $\Delta\bar{Z}$, $\Delta\bar{M}$ gebildet.

Da die Untersuchung von vornherein darauf angelegt war, Beziehungen zu ermitteln, die für eine 5-Tage-Wettervorhersage auf statistischer Grundlage geeignet erscheinen, wurden die an einem bestimmten Stichtag festgestellten Grössen zu den Zonal- und Meridionalen Komponenten der Höhenströmung

über Mitteleuropa am fünften Folgetag in Beziehung gesetzt. Zu diesem Zweck wurden die Beziehungen zwischen jeweils einer der erstgenannten Größen (\bar{Z} , \bar{M} , \bar{H} , \bar{K} , \bar{L} , \bar{N}) und \bar{Z}_0 oder \bar{M}_0 nach 5 Tagen (\bar{Z}_{05} , \bar{M}_{05}) in einer Reihe von Korrelationstabellen nach dem Schema von Baur [2, s. 227] zusammengefasst. Als Beispiel sei die Abb. 2 mit der Beziehung zwischen \bar{Z}_0 und \bar{Z}_{05} im Winter wiedergegeben. Aus diesen Tabellen (auf der x -Achse wurden stets die bedingten Veränderlichen \bar{Z}_{05} bzw. \bar{M}_{05} aufgetragen) wurden die Häufigkeitsverteilungen

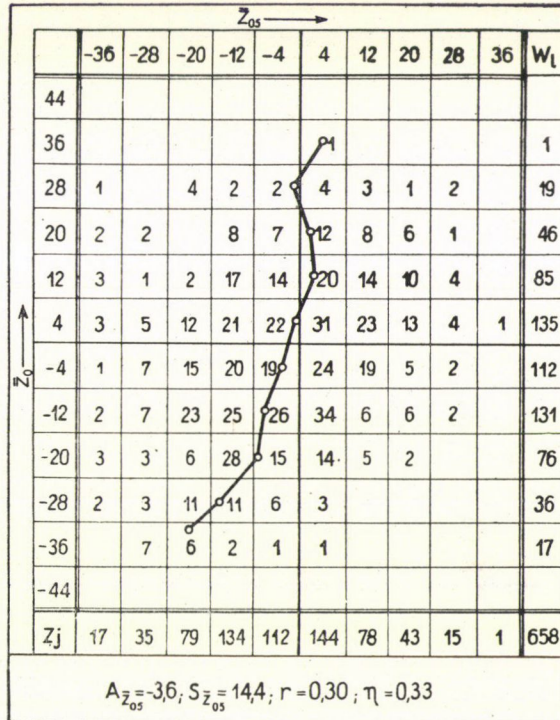


Abb. 2. Beziehung zwischen den Zonalkomponenten am Stichtag (\bar{Z}_0) und 5 Tage später (\bar{Z}_{05}). (Korrelationstafel nach dem Schema von Baur.)

gen, die bedingten Verteilungen entnommen und die Beziehungslinien, die Korrelationskoeffizienten r und die Korrelationsverhältnisse η berechnet. Im allgemeinen waren alle Verteilungen Gaussische Normalverteilungen, während die Beziehungslinien häufig, aber nicht immer linear waren. Daher werden im allgemeinen bei der weiteren Diskussion die Pearsonschen Korrelationsverhältnisse η benutzt. In unserem angeführten Beispiel erhält man in der Bezeichnungsweise von Baur $\eta_{\bar{Z}_{05} \bar{Z}_0} = 0,33$, während r den Wert 0,30 hat.

Es wurden zunächst Sommer und Winter getrennt behandelt und 48 η -Werte für das Sommerhalbjahr und bis jetzt 26 für das Winterhalbjahr berech-

net, die jeweils auf 600 bis 660 Fällen beruhen. Wenn diese Fälle voneinander unabhängig wären, so hätte der wahrscheinliche Fehler je nach der Grösse des in unseren Rechnungen vorkommenden η einen Wert von 0,026 bis 0,022. Nimmt man an, dass unter den Einzelwerten nur jeweils 200 unabhängig seien, dann würde dieser Fehler auf 0,047 bis 0,041 wachsen.

Die sommerlichen η -Werte sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. Wie eine genauere Betrachtung der Beziehungslinien und der Schwankung der r -Werte ergibt, sind erst Korrelationsverhältnisse von $\eta > 0,20$ für unsere weiteren Betrachtungen von Bedeutung. Sie sind in der Tabelle unterstrichen. Um den Verlauf der Beziehungslinien zu veranschaulichen, sind hinter den η -Werten die Zeichen +, — oder 0 in zwei Zeilen übereinander hingeschrieben worden. Die oberen Zeichen bedeuten, dass für positive Werte der bedingenden Veränderlichen die Beziehungslinie in der oberen Hälfte der Korrelationstafel eine positive Neigung (+), eine negative (—) oder eine senkrechte Neigung (0) zur x -Achse hat. Die unteren Zeichen sagen dasselbe für negative Werte der bedingenden Veränderlichen, also für die untere Hälfte der Korrelationstafel aus.

Zunächst seien die Beziehungen zwischen den \bar{Z} -, \bar{M} - und H -Werten des Stichtages und den *Zonalkomponenten* am fünften Folgetag über Mitteleuropa diskutiert.

Die *Zonalindizes* der vier angeführten Gebiete — vgl. die erste Zeile der Tabelle — haben im Vergleich zu den übrigen Werten eine verhältnismässig grosse Beziehung zu den Z_{05} -Werten, wobei sie sich übrigens im Winter und Sommer kaum unterscheiden. Die Stärke des Zusammenhanges nimmt überraschenderweise von E nach W ab, so dass die Zonalzirkulation über dem Westatlantik mit der nach 5 Tagen über Mitteleuropa gemessenen so gut wie keinen überzufälligen Zusammenhang hat. Die genauere Betrachtung der Beziehungslinien liefert in den verschiedenen Bereichen der bedingenden Veränderlichen gewisse Unterschiede. Im allgemeinen entsprechen übernormalen Zonalkomponenten auch noch nach 5 Tagen übernormale Komponenten über Mitteleuropa und umgekehrt, wobei sich die Jahreszeiten kaum unterscheiden. Eine Ausnahme macht Osteuropa, wo im Sommer auf positive, also übernormale, Werte eher negative, d. h. unternormale, \bar{Z}_{05} -Werte folgen, und wo normale Werte im Sommer übernormale Werte in Mitteleuropa hervorrufen.

Wie man aus der zweiten Zeile der Tabelle I entnehmen kann, ist die Beziehung der $\Delta\bar{Z}$ -Werte, d. h. der interdiurnen Zu- oder Abnahme der Zonalzirkulation, auf \bar{Z}_{05} schwächer. Für den Westatlantik und Osteuropa ist so gut wie keine vorhanden, während vom Ostatlantik her sich nur eine Abnahme, nicht aber eine Zunahme der Zonalzirkulation bemerkbar macht. Über Mitteleuropa ist der Zusammenhang am besten ausgeprägt, und zwar im Sommer, besonders im positiven Bereich von $\Delta\bar{Z}_0$. Dieser geringe Zusammenhang ist

Tabelle I

Werte des Korrelationsverhältnisses η für die bedingten Veränderlichen \bar{Z}_{05} , \bar{M}_{05} und die bedingenden Veränderlichen \bar{Z} , \bar{M} , \bar{H} sowie ihre interdiurnen Änderungen in den 4 Gebieten des Untersuchungsraumes (Sommer 1949 bis 1954)

	WA	EA	ME	EE	
$\bar{Z}_{05}|\bar{Z}$	0,13 ⁰	0,25 ⁺	0,35 ⁺	0,37 ⁺	—
$\bar{Z}_{05}|\triangle Z$	0,13 [—]	0,16 ⁰	0,21 ⁺ ₀	0,11 ⁺ ₀	—
$\bar{Z}_{05}|\bar{M}$	0,17 ⁺ ₀	0,18 [—]	0,23 ⁺ ₀	0,27 ⁺	$Z_{05}|N: 0,23—$
$\bar{Z}_{05}|\triangle \bar{M}$	0,17 ⁺	0,17 ⁺ ₀	0,14 ⁰	0,12 ⁺ ₀	—
$\bar{Z}_{05}|\bar{H}$	—	0,18 [—] ₀	0,17 [—]	0,28 [—] ₀	$Z_{05}|\triangle N: 0,090$
$\bar{Z}_{05}|\triangle \bar{H}$	—	0,09 ⁰	0,12 ⁰	0,07 ⁰	—
$\bar{M}_{05}|\bar{Z}$	0,15 [—]	0,17 ⁺ ₀	0,01 ⁰	0,18 [—] ₀	—
$\bar{M}_{05}|\triangle Z$	0,11 [—]	0,10 ⁺ ₀	0,14 ⁰ ₊	0,14 [—] ₀	—
$\bar{M}_{05}|\bar{M}$	0,22 ⁺	0,33 [—] ₀	0,26 ⁺	0,22 ⁰ ₀	$M_{05}|N: 0,13$
$\bar{M}_{05}|\triangle \bar{M}$	0,16 ⁺ ₀	0,18 [—] ₀	0,17 ⁺	0,12 [—] ₀	—
$\bar{M}_{05}|\bar{H}$	—	0,30 [—]	0,20 ⁺	0,13 ⁺ ₀	$M_{05}|\triangle N: 0,13$
$\bar{M}_{05}|\triangle \bar{H}$	—	0,21 [—]	0,19 ⁺	0,17 ⁺ ₀	—

Anmerkung: + bedeutet positive, — negative und o senkrechte Neigung der Beziehungslinie für positive Werte (obere Reihe) und negative Werte (untere Reihe) der bedingenden Veränderlichen.

(Winter 1949 bis 1954)

	WA	EA	ME	EE	
$\bar{Z}_{05}|\bar{Z}$	0,04 ⁰ ₀	0,27 ⁺ ₀	0,33 ⁺ ₊	0,33 ⁺ ₊	$Z_{05}|\bar{N}: 0,15—0$
$\bar{Z}_{05}|\triangle \bar{Z}$	0,17 ⁰ ₀	0,19 ⁺ ₀	0,23 ⁰ ₊	0,09 [—] ₀	$Z_{05}|\triangle \bar{N}: 0,1300$
$\bar{Z}_{05}|\bar{M}$	—	0,11 [—] ₊ ₀	0,16 ⁺ ₀	0,15 [—] ₀	$Z_{05}|K: 0,17+0$
$\bar{Z}_{05}|\triangle \bar{M}$	—	—	0,13 [—] ₀	—	$Z_{05}|L: 0,21=0$
$Z_{05}|\bar{H}$	—	—	—	—	—
$Z_{05}|\triangle \bar{H}$	—	—	—	—	—
$\bar{M}_{05}|\bar{Z}$	—	0,21 ⁺ ₊ ₀	0,16 [—] ₀	0,11 ⁰ ₀	—
$\bar{M}_{05}|\triangle Z$	—	—	0,17 [—] ₀	—	—
$\bar{M}_{05}|\bar{M}$	—	0,32 [—]	0,50 ⁺ ₊	0,12 ⁺ ₀	$M_{05}|N: 0,29+0$
$\bar{M}_{05}|\triangle \bar{M}$	—	—	0,17 ⁺ ₀	—	$M_{05}|K: 0,15$
$\bar{M}_{05}|\bar{H}$	—	—	—	—	—
$\bar{M}_{05}|\triangle \bar{H}$	—	—	—	—	—

deshalb bemerkenswert, weil man aus der Synoptik gewohnt ist, dass gerade die Steig- und Fallgebiete einen grossen Einfluss auf die weitere Entwicklung haben.

Der Zusammenhang von \bar{Z}_{05} mit den *Meridional*komponenten (3. Zeile der Tabelle I) ist schwächer als bei den Zonalkomponenten. Wieder ist er über dem Festland am grössten, wobei er allerdings nur für grosse \bar{M} -Werte, d. h. eine ausgeprägte Süd- und Nordströmung, gut ist. In beiden Fällen findet man nach 5 Tagen über Mitteleuropa unter dem durchschnittlichen Wert liegende Zonalkomponenten. Der Zusammenhang zwischen den Meridionalkomponenten über dem Atlantik und \bar{Z}_{05} wird schlechter, je weiter man nach Westen kommt.

Der Zusammenhang zwischen den interdiurnen Änderungen der Meridionalkomponenten ($\Delta\bar{M}$) und \bar{Z}_{05} ist zwar vorhanden, aber zahlenmässig so schwach, dass er praktisch ohne Bedeutung ist.

Die *Höhe der 500-mb-Fläche* beeinflusst die Zonalkomponente über Mitteleuropa nach 5 Tagen im wesentlichen nur von Osteuropa her. Hier besteht besonders für positive \bar{H} -Werte ein gut ausgeprägter negativer Zusammenhang, so dass nach hohem Druck über Osteuropa (im Mittel mehr als 12 gpdm-übernormal) über Mitteleuropa nach 5 Tagen eine abgeschwächte Zonalzirkulation zu erwarten ist. Für unternormale H -Werte ist der Zusammenhang schwächer, so dass er praktisch nicht brauchbar ist; nur für sehr grosse negative Werte ($\bar{H}_E < -30$) wird \bar{Z}_{05} stark übernormal. Zwischen den Druckwerten über dem Ostatlantik und Mitteleuropa und \bar{Z}_{05} ist zwar auch eine negative Beziehung vorhanden, die jedoch wieder so klein ist, dass sie wertmässig keine Rolle spielt. Nur für sehr grosse H -Werte ($H > 20$) wird \bar{Z}_{05} im Mittel klein.

Die *Änderung der Höhe der 500-mb-Fläche* steht mit der Zonalzirkulation nach 5 Tagen in keinem nachweisbaren Zusammenhang.

Fasst man die bisherigen Ergebnisse über den Zusammenhang der Zonalkomponente der Zirkulation über Mitteleuropa nach 5 Tagen mit den besprochenen bedingenden Veränderlichen zusammen, so erkennt man, dass dieser Zusammenhang mit den osteuropäischen Werten besonders eng ist. Ebenso wirken die Verhältnisse über Mitteleuropa noch auf die bedingte Veränderliche ein, während von den weiter westlich gelegenen Gebieten nur die Zonalkomponente wirksam ist. Später werden wir noch sehen, dass auch die Temperatur des atlantischen Sektors der Polarkappe einen Einfluss hat. Jedoch ist bei allen diesen Betrachtungen zu beachten, dass durch die summarische Behandlung möglicherweise Zusammenhänge überdeckt werden können, die bei einer differenzierteren Untersuchung aufgedeckt werden könnten.

Nun sei der Zusammenhang zwischen der *Meridional*komponente über Mitteleuropa nach 5 Tagen und den übrigen Veränderlichen — etwas weniger eingehend — betrachtet.

Er ist zwischen den *Zonalkomponenten* in den verschiedenen Gebieten und auch *ihren interdiurnen Änderungen* so schwach, dass er praktisch wertlos ist.

Stärker ist der Zusammenhang zwischen \bar{M}_{05} und den *Meridionalkomponenten* der 4 Gebiete. Ein positiver Zusammenhang zwischen \bar{M}_0 und \bar{M}_{05} ist gut ausgeprägt und im Winter so deutlich, dass hierbei der höchste η -Wert (0,50), der in dieser Untersuchung vorkommt, auftritt. Dies beruht einmal auf die Erhaltungsneigung (vgl. *Baur* 1931, [3], S. 309). Zweitens dürfte dieser hohe Winterwert auch darauf zurückgehen, dass schnell wandernde Tröge in 5 Tagen gerade um 65 Längengrade nach Osten vorrücken, da nach *Essenwanger* [1953, (4), S. 8] die Zonalgeschwindigkeit der rechtsläufigen Tröge über dem Atlantik im Winter 13 Längengrade pro Tag beträgt. Ebenfalls ist ein negativer Zusammenhang zwischen der Meridionalkomponente über dem Ostatlantik und der über Mitteleuropa nach 5 Tagen recht deutlich.

Interessant ist hierbei ein jahreszeitlicher Unterschied: im Winter ist die Beziehung zwischen der Nordströmung über dem Ostatlantik und der Südströmung über Mitteleuropa besonders deutlich ausgeprägt, während im Sommer einer Südströmung über dem Atlantik eine Nordströmung über Europa besonders gut entspricht. Dies deutet entweder auf eine grosse Stabilität des mittellatlantischen Trogos oder auf die hohe Verlagerungsgeschwindigkeit wandernder Tröge im Winter hin, während im Sommer die Stabilität eines an der europäischen Westküste gelegenen Höhenrückens vorherrschend zu sein scheint.

Auch das Korrelationsverhältnis zwischen den Meridionalkomponenten über dem Westatlantik und Mitteleuropa nach 5 Tagen hat bei positiver Neigung der Beziehungslinie noch den verhältnismässig hohen Wert von 0,22. Dies ist übrigens der einzige Fall, in dem eine über dem Westatlantik gemessene Grösse einen deutlichen Zusammenhang mit einer bedingten Veränderlichen liefert. Die Meridionalkomponenten über Osteuropa haben dagegen nur für besonders grosse Werte ($M_{EE} > 20$) eine positive Beziehung zu M_{05} , so dass der verhältnismässig hohe η -Wert von 0,22 vorgetäuscht wird.

Die Beziehung zwischen den *interdiurnen Veränderungen* der *Meridionalkomponenten* und \bar{M}_{05} ist wiederum wesentlich schwächer. In Mitteleuropa besteht in beiden Jahreszeiten ein deutlicher wenn auch nicht sehr grosser positiver Zusammenhang.

Der *Luftdruck in 500 mb* beeinflusst die mitteleuropäische Meridionalkomponente der Zirkulation im wesentlichen nur vom Ostatlantik her. Übernormale Druckwerte über dem Ostatlantik rufen über Mitteleuropa eine Nordkomponente, unternormale eine Südkomponente nach 5 Tagen hervor. Wenn dieses Ergebnis auch keine neue Erkenntnis darstellt, so scheint es doch ein Hinweis auf die Anwendbarkeit der Untersuchungsmethode zu sein. Über-

raschenderweise beeinflusst der Druck über Mitteleuropa und auch über Osteuropa die Meridionalkomponente \bar{M}_{05} so gut wie nicht.

Ebenso wie der Höhendruck selbst beeinflusst auch seine interdiurne Änderung die \bar{M}_{05} -Werte, und zwar zieht Druckanstieg über dem Ostatlantik eine Nordkomponente und Druckfall eine Südkomponente in der mitteleuropäischen Zirkulation nach sich. Ebenso ruft auch Druckanstieg über Osteuropa nach 5 Tagen über Mitteleuropa eine schwache Südkomponente hervor.

Zusammenfassend kann man also feststellen, dass die Meridionalkomponente über Mitteleuropa besonders mit den Druckwerten und den Meridionalkomponenten vom Ostatlantik und von Mitteleuropa korreliert ist.

Abschliessend seien noch die Beziehungen zwischen den anderen in der Einleitung erwähnten bedingenden Veränderlichen und den Zirkulationskomponenten über Mitteleuropa erwähnt.

Die Beziehung zwischen der Tiefe des nordamerikanischen Höhentrogcs, — unabhängig von seiner Lage — und \bar{Z}_{05} war sogar im Winter viel schwächer als erwartet, so dass sie praktisch nicht brauchbar ist. Ebenso spielt die Lage des amerikanischen Höhentrogcs in bezug auf \bar{Z}_{05} im allgemeinen keine Rolle (Ausnahmen: eine sehr westliche Lage hat wahrscheinlich eine übernormale Zonalkomponente über Mitteleuropa zur Folge).

Besser sind die Beziehungen zwischen der relativen Topographie des atlantischen Sektors der Polarkappe und der nach 5 Tagen auftretenden mitteleuropäischen Zirkulation. Bei unternormalen Temperaturwerten tritt besonders im Sommer eine merkliche Neigung zu übernormaler Zonalzirkulation auf, während ihre interdiurne Änderung keinen Einfluss hat. Weiterhin ist im Winter mit einer zu warmen Polarkappe eine südliche Komponente der mitteleuropäischen Strömung verbunden. Ausserdem hat im Sommer eine Erwärmung über dem Polargebiet eine südliche Komponente und Abkühlung eine nördliche zur Folge. Diese und ähnliche Beziehungen dürften vielleicht besser werden, wenn man den Zeitraum zwischen dem Stichtag und dem Vergleichstag auf 7 oder 10 Tage vergrösserte. Eine Untersuchung hierüber ist beabsichtigt.

Zusammenfassend kann man somit feststellen, dass die Zonal- und die Meridionalkomponenten der Zirkulation über Mitteleuropa nach 5 Tagen jeweils mit anderen Gruppen von Veränderlichen in einem nachweisbaren Zusammenhang stehen. Dies muss man bei der Auswahl der bedingenden Veränderlichen beim Aufstellen von *Mehrfachkorrelationstabellen*, die für die Mittelfristvorhersage benutzt werden sollen, berücksichtigen. Wie dies geschehen ist und welche Erfahrungen dabei gesammelt wurden, wird später in einem gesonderten Erfahrungsbericht über die Anwendung der Mehrfachkorrelationstabellen bei der 5-Tage-Vorhersage mitgeteilt werden.

LITERATUR

1. *Namias, J.* : Extended Forecasting by Mean Circulation Methods. Washington 1947.
2. *Baur, F.* : Linkes Meteorologisches Taschenbuch, Neue Ausgabe, Bd. II, Leipzig, 1953.
3. *Baur, F.* : Die Formen der atmosphärischen Zirkulation. Gerl. Beitr. f. Geophys. Band 34, 1931.
4. *Essenwanger, O.* : Statistische Untersuchungen über die Zirkulation des Westdrift in 55° Breite. Ber. d. Dtsch. Wetterd. Nr. 7, Kissingen 1953.

ЗОНАЛЬНАЯ И МЕРИДИОНАЛЬНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ 500 МБ НАД СРЕДНЕЙ ЕВРОПОЙ

Х. МЕДЕ

Резюме

В целях составления прогнозов погоды на пять дней были определены зональные и меридиональные компоненты воздушного потока на поверхности 500 мб четырех областей, а именно : западноатлантического, восточноатлантического, средневропейского и восточноевропейского пространств, которых определили квадратом ширины в 15° широты, или же высоты в 20—30° долготы. В качестве зонального и меридионального компонентов циркуляции подобрали разницы изогипс. Кроме того, от дневной циркулярной абсолютной топографии 500 мб были определены следующие данные : а) высота поверхности 500 мб в центре областей, б) точка пересечения оси восточноамериканской высотной ложбины и северной широты 52°, в) температура Арктики (над пятью определенными точками арктики высоты относительной топографии 500/1000 мб), г) отклонение последних данных от месячных средних величин. Из вышеприведенных данных были выявлены трехдневные охватывающие средние величины и определялись дневные изменения последних. Далее, была вычислена корреляция между полученными вышеупомянутыми данными и выявленными пять дней позже величинами компонентов циркуляции в Средней Европе. Продвигаясь с востока на запад, взаимосвязь зональных компонентов сильно уменьшается и зональная циркуляция западноатлантического пространства уже пять дней позже не имеет связи с средневропейской зональной циркуляцией. Подобная связь обнаруживается между меридиональными циркуляциями, или же высотой поверхности 500 мб и зональными компонентами Средней Европы. На полученные пять дней позже меридиональные компоненты проявляют действие только средневропейские и восточноатлантические величины давления, или же меридиональные компоненты. Восточноамериканская высотная ложбина связана с циркуляцией Средней Европы лишь в том случае, если она в значительной мере перемещалась на запад. Больше связей обнаруживаются между температурой арктики и исследованной циркуляцией, которые по всей вероятности еще больше усиливаются в случае повышения пятидневного срока.

ZONAL AND MERIDIAN CIRCULATION AT THE 500-MB. LEVEL OVER CENTRAL EUROPE

By
H. MAEDE

Summary

With a view to preparing five-day forecasts the zonal and meridional components of the current at the 500-mb. level has been established for the following four areas : — the West Atlantic, East Atlantic, Central European, and Eastern European areas, each of them defined as a square 15 degrees of latitude in width and 20 to 30 degrees of longitude in height. The contour differences have been taken as the zonal and meridian components of the circulation. In addition, the following data have been determined from the daily circumpolar 500-mb. absolute topography : — (i) the height of the 500-mb. level in the centre of the area ; (ii) the point of intersection of the axis of the East American trough and the 52° N parallel ; (iii) the temperature of the Arctic Region (the height of the 500/1000-mb. rel. topography over five

given arctic points); (iv) the deviation of the latter data from the monthly mean value. From the enumerated data 3-day overlapping means have been formed and their daily variations observed. Further, correlation has been calculated between the above values and the values of the components of the Central European circulation of five days later. Passing from east to west the interrelation of the zonal components decreases markedly, the zonal circulation of the West Atlantic area having no connection any longer with the Central European one of five days later. Similar is the relation of the meridional circulations and the height of the 500-mb. level, respectively, to the Central European zonal components. Only the Central European and East Atlantic pressure values exert some effect upon the meridional components of five days later. The East American trough is only connected with the Central European circulation, if it has shifted considerably westwards. Clearer are the interrelations that can be established between the arctic temperature and the circulation studied, and they are likely to be even more marked, if values of more than a 5-day period are made to underlie them.

BEITRÄGE ZUR FORSCHUNG DER ATMOSPÄRISCHEN GEZEITEN

Von

R. PAVA

ZENTRALINSTITUT FÜR METEOROLOGIE, BUKAREST

Die Meteorologen stellten lange Zeit hindurch den eventuellen Einfluss des Mondes auf das Klima in Zweifel, wobei ihre Meinung von den Ergebnissen der bisherigen Forschungen unterstützt wurde. Immerhin hat es den Anschein, als ob die Untersuchungen über die atmosphärischen Gezeiten sehr einseitig erfolgt wären. Fast immer wurde nur der sogenannte »Haupteffekt« untersucht, der täglich beim Überschreiten des Meridians durch den Mond auftritt.

Diese halbtägige Periode ist indessen zu kurz, als dass sich die Wirkung genügend ausbilden könnte. Betrachtet man hingegen Wirkungen, die als Folge von längeren Perioden des Mondes entstehen, z. B. die des synodischen oder anomalistischen oder drakonitischen Mondmonats, so wird man feststellen können, dass diese Wirkungen, obwohl sie schwächer sind, während einer längeren Zeit dennoch zu eventuell gewichtigeren Folgerungen führen können als die täglichen Gezeiten der Atmosphäre.

Zwar steht es fest, dass bereits einige schüchterne Versuche zum Nachweis der aus den langen Mondperioden herrührenden atmosphärischen Gezeiten durchgeführt wurden, doch bezogen sie sich auf voneinander weit entfernte, vereinzelte Punkte unserer Erde, wo der Einfluss des lokalen Witterungsgeschehens den Effekt verwischte.

Zur Ausschaltung dieser Einflüsse wurde vom Vortragenden ein Verfahren gewählt, dass trotz seiner Einfachheit ein grösseres Gebiet erfasst, indem es die Mittelwerte des Luftdruckes längs eines Breitengrades benutzt. Hiedurch verschwinden die grossen Luftdruckgegensätze, die zwischen den zyklonalen und antizyklonalen Gebieten bestehen, und die erhaltenen Luftdruckwerte werden näher den Normalwerten liegen. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es sich über das enge Blickfeld der sich auf einen vereinzelter Punkt beziehenden Untersuchungen erhebt und das Problem vom planetarischen Gesichtspunkt aufwirft.

Das Untersuchungsmaterial wurde der historischen Kartenreihe des U. S. Weather Bureau entnommen.

Das erhaltene Ergebnis war völlig überraschend. Im Gegensatz zur täglichen Gezeitenwelle tritt die langperiodische Gezeitenwelle in der äquatorialen

Zone nur äusserst schwach in Erscheinung, um gegen die höheren Breitengrade stark zuzunehmen und an den Polen eine durchschnittliche Amplitude von 8 mb für einen synodischen Mondmonat und eine solche von 6,5 mb für einen anomalistischen oder drakonitischen Monat zu erreichen. Unter den Extremfällen befanden sich selbst Amplituden von 27 mb.

Für den 52. Breitengrad, für den *S. Chapman* eine Amplitude der Gezeiten für Greenwich von bloss 0,03 mb feststellte, ergab sich für die synodische Periode eine Amplitude von 2,6 mb, also ein 90 mal so grosser Wert.

Diese Oszillationen werden durch folgenden Mechanismus hervorgerufen. Als Folge der wechselseitigen Stellung von Erde, Mond und Sonne sowie aus den Änderungen der Entfernung und der Deklination des Mondes ändert sich auch die auf die Atmosphäre wirkende Anziehungskraft. Wenn nämlich die Anziehungskraft zunimmt, erhöht sich auch die längs der Meridiane wirkende Tangentialkraft, was wiederum eine Strömung von den Polen gegen den Äquator zu hervorruft, die zwar langsam ist, sich aber auf gewaltige Luftmassen erstreckt. Infolgedessen verursacht die Luftanhäufung über dem Äquator einen Druckanstieg, während in den höheren Breiten eine Druckverminderung eintritt. Zufolge der Abnahme der Anziehungskraft erfolgt dann wieder ein Rückströmen gegen die Pole zu, wo sich wegen der Konvergenz gewaltige Druckanstiege abspielen.

Diese Oszillationen des Luftdrucks zeigen eine 2—3tägige Verspätung im Vergleich zu den Änderungen der Anziehungskraft.

Im Winter sind die Oszillationen stärker (die Amplitude einer synodischen Periode beträgt 11 mb); die Zunahme im Vergleich zum Durchschnitt ist dem Umstand zuzuschreiben, dass die Luftdichte in den unteren, abgekühlten Schichten der Atmosphäre grösser ist und dass die Wirkung in einem solchen Medium besser zur Geltung gelangt.

Über dem Festland kommt der bremsende Einfluss der durch die Erdoberfläche ausgelösten Reibung und die ablenkende Wirkung der Gebirge in den Luftumlagerungen zur Geltung. Über den Meeren sind keine solche Hindernisse vorhanden, da die Wassermassen gleichzeitig auch selber in dieselbe Richtung verschoben werden, so dass die Reibung noch besonders abgeschwächt wird und die Oszillationen stärker in Erscheinung treten, u. zw. hauptsächlich zwischen dem 40. und 50. Breitengrad.

Laut annähernder Schätzung verschieben sich die tropischen Antizyklogen im Laufe einer synodischen Halbperiode längs der Meridiane um durchschnittlich 700 km.

Die Erkenntnis dieser Tatsachen lässt es dringend notwendig erscheinen, die Frage der atmosphärischen Gezeiten sowohl vom Gesichtspunkt der Theorie als auch von dem der Beobachtungen einer Revision zu unterziehen, da solche gewaltige dynamische Vorgänge nicht ohne Wirkung auf die allgemeine Zir-

куlation bleiben können und zweifellos eine bedeutende Rolle unter den das Witterungsgeschehen beeinflussenden Faktoren spielen.

Im Laufe einer jetzt im Gange befindlichen Untersuchung gelang es, eine fast strenge Parallelität zwischen den Mondphasen und den Temperaturänderungen unserer Gebiete aufzudecken. So konnten die Kaltluftinbrüche mit dem Südwestströmen von polaren Luftmassen identifiziert werden, das sich in der Zeit der Sizygien abspielt, während die Erwärmungsperioden dem Rückströmen tropischer Luftmassen entsprechen, das zur Zeit der Quadraturen stattfindet.

Das Ziel weiterer, noch kaum begonnener Untersuchungen ist, die Wirkung der atmosphärischen Gezeiten bei der Anstellung der langfristigen Wettervorhersagen zu berücksichtigen, u. zw. auf Grund von Analogien. Es wird hierbei vorausgesetzt, dass die Ursache für die oft unterschiedliche Weiterentwicklung gewisser Wetterlagen darin besteht, dass zwischen ihnen Unterschiede im Zusammenhang mit der Gravitation vorhanden sind.

Schliesslich ist es möglich, dass selbst gewisse entferntere Gravitationswirkungen (wie die Anziehung der Planeten, in erster Linie von Jupiter und Venus) eine Wirkung auf die Erscheinungen des Makroklimas ausüben. Eine besondere Beachtung verdient hier die Koinzidenz, dass die strengen Winter (wie in den Jahren 1917, 1928, 1941 und 1953) stets kurz einer auf den Winter fallenden Erdnähe des Jupiters folgten.

Die auf diesen Gegenstand bezügliche erste Abhandlung des Vortragenden, die auch das gesamte statistische Beweismaterial enthält, befindet sich derzeit im Druck im Wissenschaftlichen Anzeiger der Akademie der Volksrepublik Rumänien.

ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО ПРИЛИВА И ОТЛИВА

Р. ПАВА

Резюме

Автор исследует вопросы атмосферного прилива и отлива в синодический или же драконический лунные месяцы. Эти действующие силы, хотя и являются меньшими, но в течение длительного периода они могут вызвать значительно большие последствия, чем дневной атмосферный прилив и отлив. Автор распространил свои вычисления также и на изменения средних величин давления, полученных вдоль параллели. На основании исследованных данных он получил гораздо большие величины в амплитуде прилива и отлива, чем выявленные раньше величины. По его мнению, механизм осцилляций состоит в том, что из взаимного положения Земли, Луны и Солнца, далее из изменений расстояний и деклинаций Луны, возникают периодические изменения силы притяжения, действующие на атмосферу. Хотя эти воздействия и медленные, но они распространяются на огромное количество воздуха. Автор установил, что осцилляции атмосферного давления проявляют, по сравнению с изменениями силы притяжения Луны, двух до трехдневное запаздывание и вызывают значительное действие на формирование атмосферных образований, или же на процессы общей циркуляции.

CONTRIBUTIONS TO THE STUDY OF ATMOSPHERIC EBB AND FLOW

By

R. PAVA

Summary

The problem of atmospheric ebb and flow in synodical and draconic lunar months, respectively, is being studied in this paper. Although the power of these forces is less than that of the daily atmospheric ebb and flow, over a longer period of time it might yet be of considerably greater consequences. The calculations in the paper are extended to include the fluctuations in the mean values of the atmospheric pressure forming along one parallel. Unexpectedly, the data studied show the amplitude of the tides to be of substantially greater values. The mechanism of the oscillation is supposed to consist in that periodical changes are taking place in the attractive force acting upon the atmosphere, due to the interconstellation of the Earth, the Moon, and the Sun, and to alterations in the Moon's distance and declination. Though slow, this effect involves vast volumes of air. Finally, it is stated that the oscillations of atmospheric pressure lag 2 to 3 days behind the changes in the attractive force of the Moon, and exert a marked effect upon the formation of atmospheric processes and the air circulation in general, respectively.

NEUE DEUTUNG DES KRITERIUMS DER TURBULENZ IN DER ATMOSPHÄRE

Von
L. KRASTANOFF

KORRESP. MITGLIED DER BULGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
PHYSIKALISCHES INSTITUT DER BULGARISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, SOFIA

Wie bekannt, unterliegt im Laufe der Zeit jede physikalische Grösse, die den Turbulenzstrom eines Fluidums charakterisiert, gewissen »Pulsationen« um einen Mittelwert. Infolgedessen erleiden auch jene »Substanzen« im Laufe der Zeit »Pulsationen« [1], die von den »Wirbeln« des Turbulenzstromes übertragen werden.

Bezeichnen wir wie üblich [1] mit s die spezifische Menge (Konzentration) und mit σ die Dichte einer solchen »Substanz«. Zwischen σ und s besteht bekanntlich der Zusammenhang $\sigma = \varrho s$, wo ϱ die Dichte des Fluidums (in unserem Falle der Luft) bedeutet. Nehmen wir an, dass das Fluidum inkompressibel ist, d. h. betrachten wir in erster Annäherung Turbulenzströme mit verhältnismässig kleinen mittleren Geschwindigkeiten, so ist $\varrho = \text{const}$, und die Pulsationen der Dichte des Fluidums ϱ' können mit genügender Genauigkeit gegenüber den Pulsationen anderer den Turbulenzstrom charakterisierender intensiver Grössen, z. B. der Temperatur T' , vernachlässigt werden. Für diesen Fall gelten die Bedingungen

$$\varrho' = 0 \quad \text{und} \quad \bar{\varrho}' = 0 \quad (1)$$

sowie

$$\sigma' = \varrho s' \quad \text{und} \quad \bar{\sigma}' = \varrho \bar{s}' = 0 \quad (2)$$

Man kann erwarten, dass bei der Übertragung einer Substanz durch die Turbulenzbewegungen die Verteilung dieser Substanz im Fluidum im Zusammenhang mit den Pulsationen der Geschwindigkeitskomponenten des Turbulenzstromes stehen wird. Dieser Zusammenhang wird gleichzeitig auch die Zufuhr von Substanz in dem betrachteten Volumen des Fluidums, d. h. die Gleichung für die Substanzzufuhr bestimmen, die nur durch den Turbulenzaustausch bedingt ist. Diese Gleichung wird wohl denselben Charakter besitzen wie die Kontinuitätsgleichung

$$\frac{\partial \varrho}{\partial t} + \frac{\partial (\varrho u)}{\partial x} + \frac{\partial (\varrho v)}{\partial y} + \frac{\partial (\varrho w)}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

die die Verteilung der Geschwindigkeit mit der Dichteverteilung verbindet.

Zur Ableitung der Gleichung für die Substanzzufuhr soll Gleichung (3) benutzt werden, indem sie mit der Konzentration s multipliziert wird. Für den Fall eines inkompressiblen Fluidums gilt bekanntlich

$$\operatorname{div} \bar{v} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

und man erhält

$$\frac{\partial (\varrho s)}{\partial t} + \frac{\partial (\varrho s u)}{\partial x} + \frac{\partial (\varrho s v)}{\partial y} + \frac{\partial (\varrho s w)}{\partial z} = \varrho \left(\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z} \right) \quad (4)$$

Setzt man in der linken Seite von Gleichung (4) $\sigma = \varrho s$, so erhält man

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} + \frac{\partial (\sigma u)}{\partial x} + \frac{\partial (\sigma v)}{\partial y} + \frac{\partial (\sigma w)}{\partial z} = \varrho \left(\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z} \right) \quad (5)$$

Da $\frac{ds}{dt} = \frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z}$, lässt sich für (5)

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} + \frac{\partial (\sigma u)}{\partial x} + \frac{\partial (\sigma v)}{\partial y} + \frac{\partial (\sigma w)}{\partial z} = \varrho \frac{ds}{dt} \quad (6)$$

schreiben. Gleichung (6) gibt, analog der Gleichung (3), den Zusammenhang zwischen der Verteilung der »Substanz« und der Verteilung der Geschwindigkeit im Fluidum an. Es seien die Momentanwerte der Grössen in Gleichung (6) durch ihre Mittelwerte und Pulsationen dargestellt. Dann erhält man die Gleichung

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{w})}{\partial z} + \frac{\partial \sigma'}{\partial t} + \frac{\partial (\sigma' u')}{\partial x} + \frac{\partial (\sigma' v')}{\partial y} + \\ + \frac{\partial (\sigma' w')}{\partial z} = \bar{\varrho} \frac{d\bar{s}}{dt} + \varrho' \frac{ds'}{dt} \end{aligned} \quad (7)$$

Zieht man in Betracht, dass gemäss den Bedingungen (1) in unserem Falle $\varrho' = 0$, so verschwindet das zweite Glied in der rechten Seite von (7). Mittelt man dann Gleichung (7) ein zweites Mal, so ergibt sich

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{w})}{\partial z} + \frac{\partial \bar{\sigma}'}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{\sigma}' u')}{\partial x} + \\ + \frac{\partial (\bar{\sigma}' v')}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{\sigma}' w')}{\partial z} = \bar{\varrho} \frac{d\bar{s}}{dt} \end{aligned} \quad (8)$$

Nach den Bedingungen (2) ist $\frac{\partial \bar{\sigma}'}{\partial t} = 0$, so dass

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{w})}{\partial z} + \frac{\partial (\bar{\sigma}' \bar{u}')}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{\sigma}' \bar{v}')}{\partial y} + \\ + \frac{\partial (\bar{\sigma}' \bar{w}')}{\partial z} = \bar{\rho} \frac{d\bar{s}}{dt} \end{aligned} \quad (9)$$

Letztere Gleichung (9) stellt eine ganz allgemeine Gleichung für die Zufuhr einer Substanz in einer turbulenten Atmosphäre dar, die nur durch den Turbulenzaustausch bedingt wird. Dabei wird angenommen, dass die Atmosphäre inkompressibel ist, oder, was dasselbe ist, dass die mittlere Geschwindigkeit des Turbulenzstromes verhältnismässig klein ist.

Es sei jetzt angenommen, dass die Turbulenz horizontal-homogen ist und dass die horizontalen Dichtepulsationen der Substanz im Vergleich zu ihren vertikalen Dichtepulsationen klein sind. In diesem Falle darf man in Gleichung (9) die Glieder $\frac{\partial (\bar{\sigma}' \bar{u}')}{\partial x}$ und $\frac{\partial (\bar{\sigma}' \bar{v}')}{\partial y}$ gegenüber $\frac{\partial (\bar{\sigma}' \bar{w}')}{\partial z}$ vernachlässigen, wobei man zu

$$\frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{\sigma} \bar{w})}{\partial z} = \bar{\rho} \frac{d\bar{s}}{dt} - \frac{\partial (\bar{\sigma}' \bar{w}')}{\partial z} \quad (10)$$

gelangt.

Man ziehe jetzt von der linken Seite von (10) die mit \bar{s} multiplizierte gemittelte Kontinuitätsgleichung

$$\bar{s} \left(\frac{\partial \bar{\rho}}{\partial t} + \frac{\partial (\bar{\rho} \bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial (\bar{\rho} \bar{v})}{\partial y} + \frac{\partial (\bar{\rho} \bar{w})}{\partial z} \right) = 0$$

ab, indem man auch die Beziehung $\frac{d\bar{s}}{dt} \neq \frac{\partial \bar{s}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{s}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{s}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{s}}{\partial z}$ in Betracht zieht. Diese Operation ist bei einem inkompressiblen Fluidum ohne weiteres zulässig. Auf diese Weise kann man für Gleichung (10) nach einigen einfachen Umformungen

$$\bar{s} \left(\frac{\partial \bar{s}}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \bar{s}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{s}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{s}}{\partial z} \right) = \bar{\rho} \frac{d\bar{s}}{dt} - \frac{\partial (\bar{\sigma}' \bar{w}')}{\partial z} \quad (11)$$

schreiben.

Der Ausdruck (11) ist die allgemeinste Form der Gleichung für den vertikalen Substanztransport in einer turbulenten Atmosphäre. Wie im nach-

stehenden gezeigt wird, stellt dabei das Glied $\frac{\partial (\overline{\sigma' w'})}{\partial z}$ die lokale Änderung des Turbulenzstromes der Substanzmenge, die die Volumeneinheit nur durch Turbulenzaustausch erhält, als Funktion der Höhe dar. Dieses Glied enthält das gemittelte Produkt der Dichtepulsationen der Substanz und der Pulsationen der vertikalen Geschwindigkeitskomponente.

Es sei jetzt dieses Glied betrachtet und es seien seine Werte berechnet, indem man der übertragenden Substanz einen ganz bestimmten physikalischen Inhalt gibt. Es wird nämlich angenommen, dass die übertragende Substanz Wärme ist. In diesem Fall stellt der Ausdruck (11) die Gleichung für die Wärmezufuhr in einer turbulenten Atmosphäre dar. Dabei kann die Wärmemenge und die Wärmedichte auf zweierlei Weise ausgedrückt werden. Erstens durch

$$S_T = c_p T \quad \text{und} \quad \sigma_T = \varrho c_p T \quad (12)$$

d. h. durch die Enthalpie $c_p T$. Zweitens durch

$$S_\theta = c_{p\theta} \quad \text{und} \quad \sigma_\theta = S_{c_p} \Theta \quad (13)$$

wo θ die potentielle Temperatur bedeutet. In Analogie zum Obigen sei $c_{p\theta}$ als »potentielle Enthalpie« bezeichnet [2].

Die Pulsationen der Substanzdichte werden durch die Pulsationen der entsprechenden (absoluten bzw. potentiellen) Temperatur ausgedrückt, und zwar, falls man die Pulsationen der Dichte ϱ' vernachlässigt, in folgender Weise :

$$\sigma_{T'} = \varrho c_p T' \quad (14)$$

und

$$\sigma_{\theta'} = \varrho c_p \Theta'.$$

Zur Ermittlung der Pulsationen T' und Θ gehen wir von folgenden Gesichtspunkten aus. Wir stellen uns auf den Standpunkt, dass sich der »individuelle Wirbel« entlang dem »Mischungswege« mit vollkommener Individualität bewegt, d. h. ohne Stoff mit der Umgebung auszutauschen, dass jedoch gewisse Grössen, die die von dem Wirbel übertragende »Substanz« charakterisierten, infolge eines adiabatischen Vorganges geändert werden können. Infolgedessen wird die Pulsation einer solchen Grösse auf einem bestimmten Niveau die Differenz zwischen dem Wert dieser Grösse für die mit dem Wirbel hergebrachte »Substanz« und dem Mittelwert dieser Grösse für das betrachtete Niveau darstellen. Auf diese Weise erhält man für die Pulsationen der absoluten und

der potentiellen Temperatur auf einem bestimmten Niveau die Werte [3]

$$T' = -l \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) \quad (15)$$

und

$$\theta' = -l \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z}$$

Es muss bemerkt werden, dass obige Ausdrücke nur für den Fall gelten, wo stets ein Druckausgleich zwischen dem Wirbel und der Umgebung stattfindet, d. h. im Falle, wo der Vorgang quasistatisch ist. In (15) bedeuten: l den Mischungsweg, $\frac{\partial \bar{T}}{\partial z}$ und $\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z}$ die mittleren vertikalen Gradienten der absoluten und der potentiellen Temperatur und γ_a den adiabatischen Temperaturgradienten.

Durch Einsetzen obiger Werte von T' und θ' in (14) gelangt man zu den entsprechenden Werten der Pulsationen der Substanzdichte

$$\sigma_{T'} = -\varrho c_p l \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) \quad (16)$$

und

$$\sigma_{\theta'} = -\varrho c_p l \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z}$$

Es sei ferner Gleichung (16) mit der Pulsation w' der vertikalen Geschwindigkeitskomponente multipliziert, wonach die erhaltenen Produkte gemittelt werden. Auf diese Weise erhält man $\overline{\sigma_{T'} w'} = -c_p \overline{\varrho l w'} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$

und

$$\overline{\sigma_{\theta'} w'} = -c_p \overline{\varrho l w'} \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z} \quad (17)$$

Das Produkt $A = \overline{\varrho l w'}$ stellt bekanntlich den Koeffizienten des Turbulenzaustausches dar. Bei der Annahme, dass $A = \text{const}$, was für die bodennahe Luftschicht genauer gilt, kann man

$$\frac{\partial (\overline{\sigma_{T'} w'})}{\partial z} = -c_p A \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) \quad (18)$$

und

$$\frac{\partial (\overline{\sigma_{\theta'} w'})}{\partial z} = -c_p A \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z} \right)$$

schreiben.

Wie bekannt beschreiben die Ausdrücke $Q_T = -c_p A \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$ und

$Q_\theta = -c_p A \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z}$ die Turbulenzströme der betreffenden »Substanz« — in unserem Falle die Wärme, deren Menge durch die Enthalpie bzw. durch die potentielle Enthalpie entsprechend ausgedrückt wird. Folglich geben die Aus-

drücke $\frac{\partial (\bar{\sigma}' w')}{\partial z} = \frac{\partial Q_T}{\partial z}$ und

$$\frac{\partial (\bar{\sigma}' w')}{\partial z} = \frac{\partial Q_\theta}{\partial z} \quad (19)$$

die lokale Änderung der betreffenden Turbulenzströme als Funktion der Höhe an.

Es soll die Differenzierung $\frac{\partial Q_\theta}{\partial z}$ durchgeführt werden, unter Berücksichtigung von

$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial z} = \frac{\bar{\theta}}{\bar{T}} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$$

Auf diese Weise ergibt sich :

$$\frac{\partial Q_\theta}{\partial z} = -c_p A \frac{\bar{\theta}}{\bar{T}} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) - \frac{\bar{\theta}}{\bar{T}} \frac{Ag}{\bar{T}} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$$

Führt man in diese Gleichung den Wert von $\frac{\partial Q_T}{\partial z}$ nach Gleichung (18) ein, so erhält man

$$\frac{\partial Q_T}{\partial z} - \frac{\bar{T}}{\bar{\theta}} \frac{\partial Q_\theta}{\partial z} = \frac{Ag}{\bar{T}} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right) \quad (20)$$

wo g die Erdbeschleunigung bedeutet.

Bekanntlich kann das *Richardsonsche Kriterium* [4], das die Bedingung für die Entstehung von Turbulenzbewegungen in der Atmosphäre bzw. für die Weiterentwicklung von bereits entstandenen Turbulenzbewegungen angibt, in folgender Form dargestellt werden [5] :

$$\mu \left[\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right)^2 \right] > \frac{Ag}{\bar{T}} \left(\frac{\partial \bar{T}}{\partial z} + \gamma_a \right)$$

wo μ den Koeffizienten der Turbulenzreibung und \bar{u} und \bar{v} die mittleren Werte

der horizontalen Komponenten der Geschwindigkeit bedeuten. Die Dissipationsfunktion [5]

$$D = \mu \left[\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right)^2 \right]$$

stellt bekanntlich die auf die Volumeneinheit und Zeiteinheit bezogene Energiemenge dar, die im turbulenten Stromfeld zur Schaffung turbulenter kinetischer Energie ausgenutzt werden kann. Zieht man Gleichung (20) in Betracht, so kann man das *Richardsonsche* Kriterium folgendermassen ausdrücken:

$$\mu \left[\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \right)^2 \right] > \frac{\partial Q_T}{\partial z} - \frac{\bar{T}}{\theta} \frac{\partial Q_\theta}{\partial z} \quad (21)$$

was bedeutet, dass für die Dissipation

$$D > \frac{\partial Q_T}{\partial z} - \frac{\bar{T}}{\theta} \frac{\partial Q_T}{\partial z} \quad (22)$$

gelten wird.

Dies zeigt, dass das *Richardsonsche* Kriterium erfüllt ist, falls die Dissipation grösser als die Differenz zwischen den lokalen Höhenänderungen der Turbulenzströme der »Enthalpie« und der mit $\left(\frac{\bar{T}}{\theta} \right)$ multiplizierten »potentiellen Enthalpie« ist. Man sieht, dass die charakteristische Grösse der *Richardson-*schen Kriteriums in Wirklichkeit als Differenz zweiter turbulenter Wärmeströme zu deuten ist.

Da für die bodennahe Luftschicht mit genügender Genauigkeit $\bar{T} \approx \bar{\theta}$ und somit $Q_T = Q_\theta$ und $\frac{\partial Q_T}{\partial z} = \frac{\partial Q_\theta}{\partial z}$ ist, so stellt $D > \theta$ eine genügende Bedingung für die Entstehung und Weiterentwicklung der Turbulenz dar, d. h. in der bodennahen Luftschicht können Turbulenzbewegungen auch bei sehr kleinen Werten der Dissipation entstehen.

LITERATUR

1. Белинский, В. А.: Динамическая метеорология, 1948. S. 446—447.
2. Лейхтман, Д. Л. Чудновский, Ф. Д.: Физика приземного слоя атмосферы, 1949. S. 49.
3. Krastanoff, L.: Mitteilungen des physikal. Inst. der Bulg. Akad. d. Wiss. 1955 — im Druck (bulg.).
4. Richardson, L. F.: Proc. Roy. Soc. A 97, p. 354. 1920.
5. Ertel, H.: Meteor. Zeitschr. 1939, S. 109; vgl. auch Brent, D.: Physical and Dynamical Meteorology. 1938 (in russ. Übers., S. 264).

НОВОЕ ТОЛКОВАНИЕ КРИТЕРИИ АТМОСФЕРНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Л. КРАСТАНОВ

Резюме

При помощи известных предположений автор переведет критерию (по Ричардзону) турбулентного атмосферного движения в новую форму. В этой форме возникает локальный вертикальный градиент энтальпии, кроме этого вертикальный градиент аналогичной величины, названной автором потенциальной энтальпией. Оказывается, что в приземном воздушном слое условие турбулентного движения выполняется и в том случае, если диссипация очень мала; следовательно, турбулентные движения в этом приземном слое легко развиваются.

A NEW INTERPRETATION OF THE CRITERION FOR ATMOSPHERIC EDDY MOTION

L. KRASTANOV

Summary

Based on certain assumptions the author develops a new kind of expression for *Richardson's* criterion of atmospheric turbulent motion, containing the local vertical gradients of enthalpy and of an analogous quantity called potential enthalpy. It is shown, that the criterion is fulfilled, in the layers immediately above the ground surface, even for very low values of the dissipation coefficient, and, consequently, the conditions for development of eddy motion are, near the ground, easily secured.

DER DYNAMISCHE EINFLUSS DES HOCHLANDES VON TIBET AUF DIE OSTASIATISCHE ZIRKULATION

Von

KU TSCHEN-TSCHAU

MITARBEITER DER CHINESISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, PEKING

I. Einleitung

Seit der Gründung unserer Volksrepublik hat sich die Grosswetterforschung in China von den engen Fesseln der Doktrinen befreit und die Schranken des norwegischen Zyklonenmodells und der Luftmassenanalyse überwunden. Es setzte die konkrete Untersuchung der Charakteristika der in Ostasien und insbesondere in China beobachteten Witterungsverhältnisse ein. Diese Charakteristika waren früher nicht vollständig analysiert worden, ja wurden häufig nicht einmal erkannt. Der Gegenstand, der jetzt hier besprochen werden soll, ist — wie darauf schon in einem früheren Vortrag hingewiesen wurde — eines der wichtigsten Themen, die in China in den letzten 5 Jahren angeschnitten wurden.

Die chinesischen Meteorologen hatten den Einfluss des Hochlandes von Tibet auf die Witterung Ostasiens auch schon früher wahrgenommen. So setzte z. B. Prof. *Tu Tschang-wang* in seiner wohlbekannten Arbeit über die Analyse der chinesischen Luftmassen [1] die Existenz eines antizyklonalen Wirbels über dem Hochland voraus. Dieses Problem wurde jedoch teils in Ermangelung genügender Angaben, teils infolge des Fehlens ernsthafterer Forschungen nicht systematisch in seiner vollen Bedeutung behandelt. Nach der Geburt unserer Volksdemokratie hat sich nun die Möglichkeit solcher Forschungen stark erhöht, nicht nur wegen der schnellen Verbesserung des Beobachtungsnetzes, sondern auch deswegen, weil unsere Grosswetterforscher die Bedeutung des Einflusses des Hochlands von Tibet auch bei der praktischen Arbeit besser erkannten. Als Folge davon wurden in den letzten fünf Jahren eingehendere Untersuchungen auf diesem Gebiete durchgeführt.

Betrachtet man die Ausdehnung des Hochlands von Tibet genauer, so wird es einem sofort einleuchten, dass dieses Hochland einen starken Einfluss auf die Zirkulation ausüben muss. Da seine Länge mehr als 3000 km, seine Breite nicht weniger als 1500 km beträgt und seine mittlere Höhe über 4000 m liegt, stellt es einen bedeutenden Damm in der Zone der Westwinde dar, die nur dreimal so breit ist wie dieses Hochland. Auf diese Weise verhindert es

die Luftströmung in einem Drittel bis halben Teil der Troposphäre. Dieses gewaltige Hochland, das von keinem einzigen Gebirge des Erdballs übertroffen wird, vermag die allgemeine Zirkulation und die Witterung über Ostasien beträchtlich zu stören.

II. Einige Charakteristika des dynamischen Einflusses des Hochlands von Tibet

Auf Grund der bisherigen Untersuchungsergebnisse sind die Hauptzüge der dynamischen Wirkung des Hochlands von Tibet auf die ostasiatische Zirkulation und auf die Witterung Chinas die folgenden:

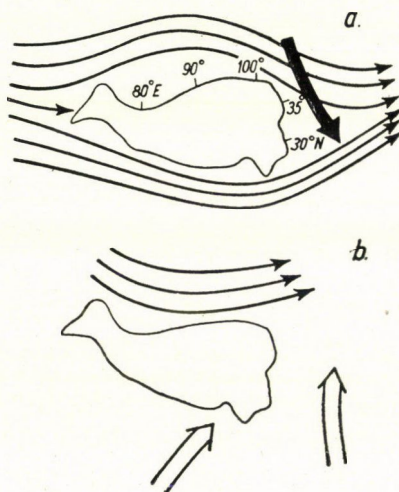


Abb. 1

1. *Die Teilung und Wiedervereinigung des Düsenstromes (jet stream).*
Da das Hochland eine ellipsenförmige Gestalt aufweist, deren längere Achse etwa in west-östlicher Richtung liegt, ist es klar, dass die Westwinde in der unteren Troposphäre gezwungen sind, das Hochland zu umgehen (Abb. 1). Nach Erreichen des Hochlandes gabeln sich also die aus Mittelasien kommenden Westwinde [2,3]. Dies ist die Ursache, dass die beiden Düsenströme über China eine ständige Erscheinung darstellen, wobei der eine Strom an der nördlichen Seite des Hochlandes und der andere in der Nähe der Südseite anzutreffen ist. Aus Abb. 2, die den Querschnitt der durchschnittlichen Westwinde längs des 120. östlichen Längengrades während der Zeitspanne vom XII. 1945. bis zum I. 1946 zeigt, ist das Vorhandensein dieses doppelten Düsenstromes gut ersichtlich. Dasselbe Bild erhält man, wenn man den Schnitt längs des 70. Grades östlicher Länge ausführt [4]. Auch die Analyse der Häufigkeit der Temperaturen in der Stratosphäre über unserer Heimat gibt eine Bestätigung hierfür [5].

Abb. 3 stellt die Karte der AT 300 mb am 4. November 1945 um 04 GMT dar. Auch hier ist die Zweiteilung gut sichtbar, und es ist auch deutlich zu sehen,

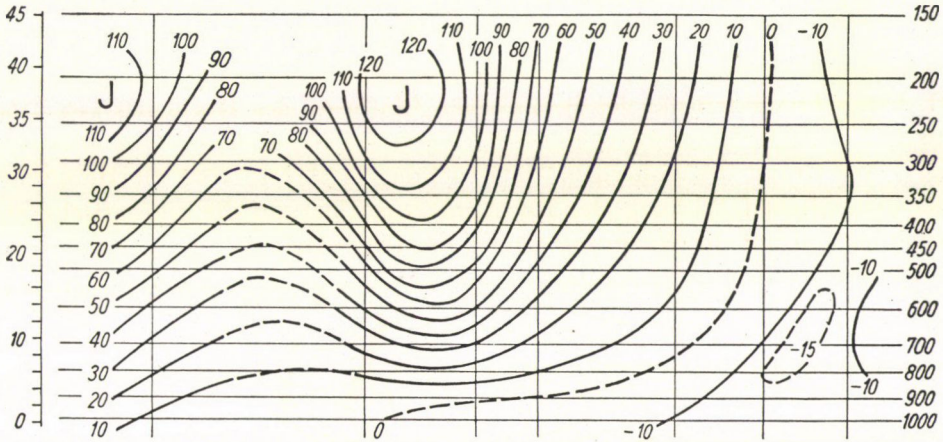


Abb. 2

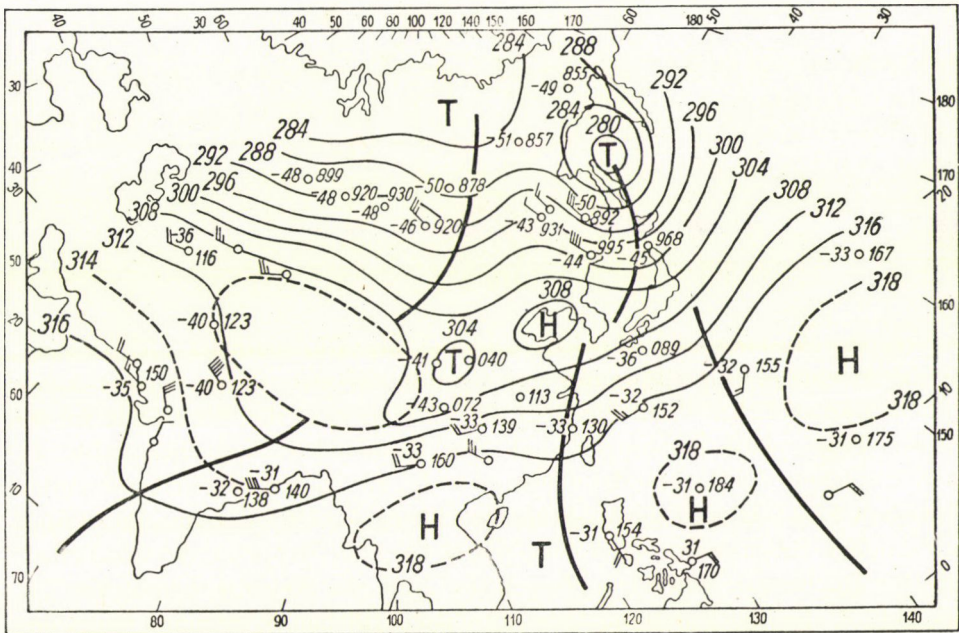


Abb. 3

dass die beiden Düsenströme in der Nähe von Japan wieder vereint verlaufen. Dies hat zur Folge, dass der Düsenstrom dort am auffallendsten ist, weil er dort viel stärker in Erscheinung tritt als über Nordamerika oder sonst woanders.

Aus Abb. 3 geht gleichfalls hervor, dass es Wettersysteme gibt, die sich in beiden Düsensystemen fortpflanzen [6]. Von den Rinnen bilden sich allerdings die meisten über Sinkiang wegen der Störwirkung der hier befindlichen Gebirge aus. Im südlichen Düsenstrom befinden sich ausserdem fallweise auch noch aus Indien und Burma stammende Druckgebilde [7].

Laut der Beobachtungen ist der südliche Düsenstrom sehr beständig, seine mittlere Lage ist beim 120. Grad östlicher Länge zwischen dem 28. und 30. Grad nördlicher Breite (Abb. 4, 5, 6 und 7). Im Laufe des Winters 1945/46 schwankte die Bahn dieses Düsenstromes innerhalb eines Bereiches von 2

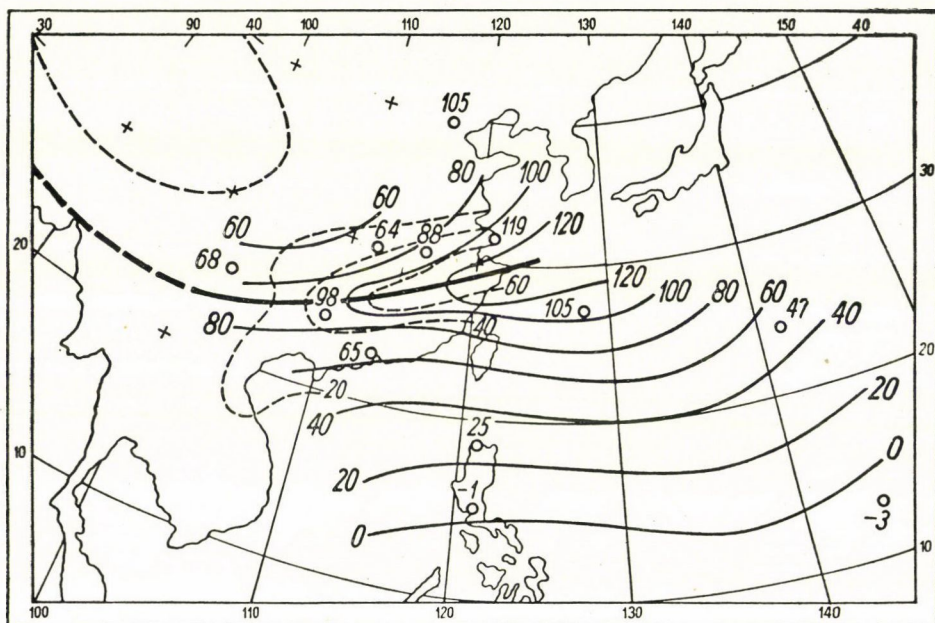


Abb. 4

Breitengraden. Diese Erscheinung ist aus der Verteilung der Winterniederschläge in Südchina gut ersichtlich (Abb. 4).

Der nördliche Zweig der Westwinde scheint — im Gegensatz zum südlichen — beträchtlich schwächer und hinsichtlich seiner Lage recht schwankend zu sein. Dies lässt sich dadurch erklären, dass der südliche Zweig durch das Hochland in seiner Lage festgehalten wird.

Es ist offenkundig, dass die Vereinigung der beiden Düsenströme hinter dem Hochland von Tibet einen grossen Einfluss auf die Witterung Chinas ausübt. Dies ist nämlich gerade die Ursache für den Umstand, dass sich die Zyklonen im Osten Chinas nur schwer vertiefen (mit Ausnahme des nordöstlichen Gebietes, das unterhalb des Vereinigungsgebietes liegt).

Obwohl Abb. 3 nur einen Zustand an einem bestimmten Tag darstellt, ist dieser Zustand dennoch als typisch anzusprechen. An der Nordflanke des Hochlandes befindet sich ein Rücken, an der südlichen ein Trog, und wenn man der Strömungsrichtung weitergeht, noch ein weiterer stärker entwickelter Trog. Dies ist annähernd die durchschnittliche Situation im Winter in Ostasien.

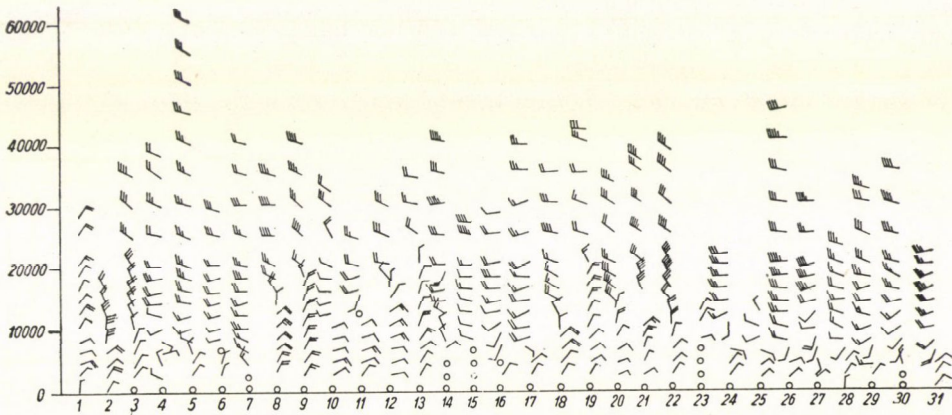


Abb. 5

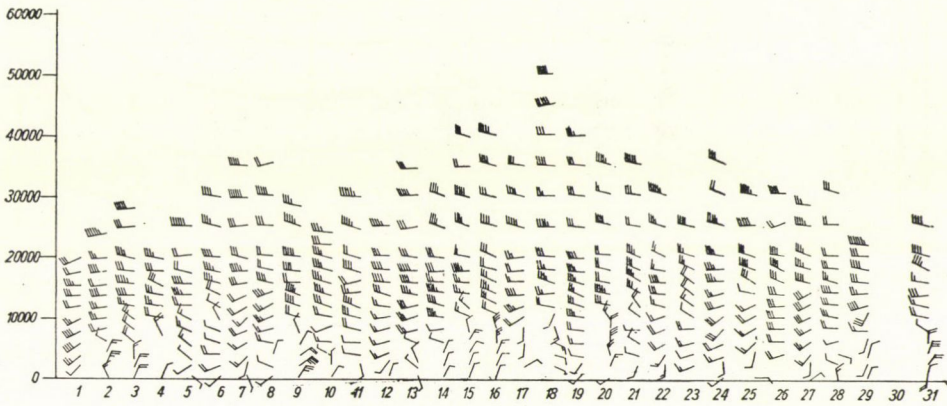


Abb. 6

2. Die auf die oberen Wellen ausgeübte Bremswirkung. Es ist eine tägliche Erfahrung unserer Grosswetterforscher, dass sich die aus Mittelasien eintreffenden Systeme abschwächen. Die Druckgebilde dringen zwar in die Gebiete ein, die in der Strömungsrichtung liegen, doch sind sie im allgemeinen nicht sehr entwickelt. Wenn sich im Winterhalbjahr ein entwickelterer, von Norden nach Süden gelegener Trog dem Hochland nähert, dann wird der südliche Teil dieses

Troges häufig durch das Hochland abgeschnitten und aufgehalten, während der nördliche Teil des Troges weiter nach Osten längs der Nordflanke des Hochlandes vorrückt und sich dabei abschwächt. Bloss an der dem Wind entgegengesetzten Seite, z. B. in der Nähe des Baikalsees besteht die Möglichkeit, dass wieder ein Trog entsteht. Ku [8] und Yü [9] nannten diese Erscheinung die auf die oberen Wellen ausgeübte Bremswirkung. Tschu [10] wies auf eine andere Erklärung hin, nämlich darauf, dass die Abschwächung des durch Sinkiang hindurchgehenden Troges das Ergebnis der dynamischen Wirkung der dortigen Berggruppe und nicht des Hochlandes selber ist.

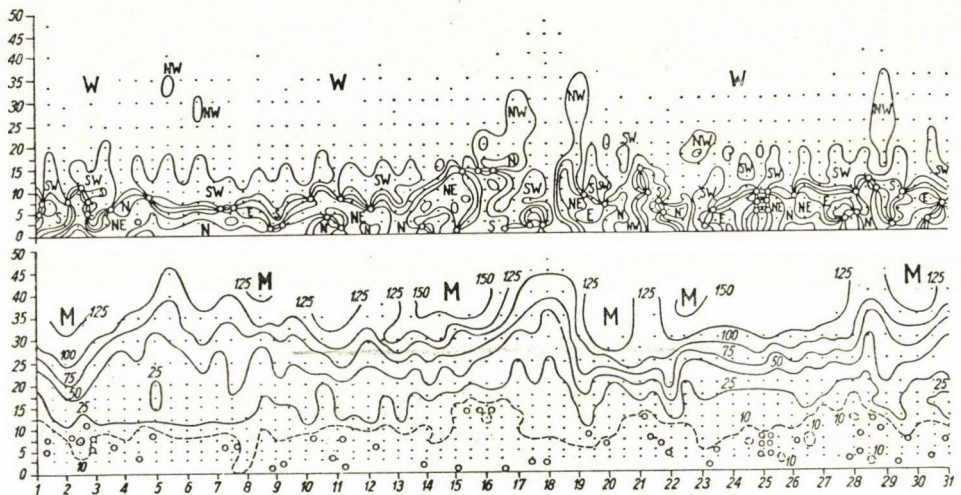


Abb. 7

Es wurde auch beobachtet, dass der Höhenwind im Winterhalbjahr am Ostrand des Hochlandes oberhalb der 600-mb-Fläche sehr konstant ist und dass er meistens eine Richtung von 270° aufweist (Abb. 7). Diese Tatsache beweist, dass nur sehr wenige von den entwickelteren Trögen über das Hochland hinwegziehen. Es ist jedoch zu bemerken, dass man in der mittleren Troposphäre kleinere vom Hochland her kommende Gebilde antreffen kann.

3. *Die Schirmwirkung.* Am Ostrande des Hochlandes befindet sich wegen dessen Schirmwirkung ein toter Raum. Abb. 8 veranschaulicht einen durchschnittlichen Stratosphärenzustand über Sinkiang, bei dem eine ausgesprochene Inversion beobachtet werden kann. Die mittlere Mächtigkeit der Inversion beträgt 70 mb (zwischen 700 und 630 mb), wobei die Temperatur in ihr um 8°C zunimmt. Dies ist die wohlbekannte quasistationäre frontale Winterinversion über Südchina, die sich in Bodennähe in südöstlicher Richtung von Hunan und dem Grenzgebiet von Kweitschou bis zum Südchinesischen Meer

hinzieht [11]. Als Folge dieser Inversion ist die Witterung über Kweitschou und Südcina ziemlich schlecht, mit völlig bedecktem Himmel, mit Nebel, Dunst oder Sprühregen. Es ist offenbar, dass die Anhäufung von Kaltluft im

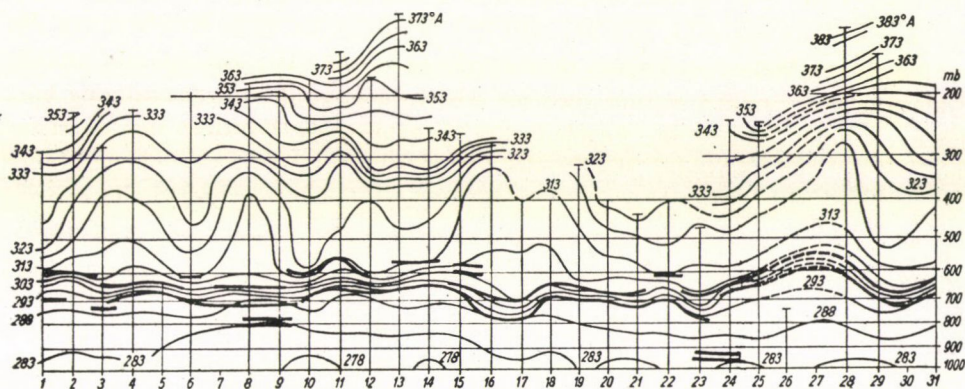


Abb. 8

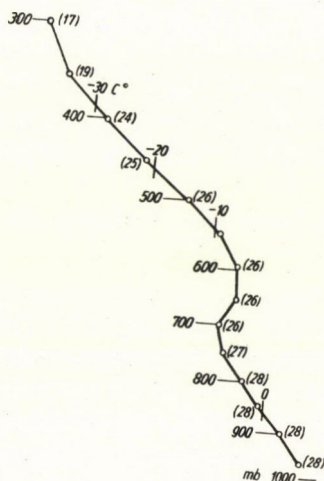


Abb. 9

toten Raum über Szetschuan eine Folge der Schirmwirkung des Hochlands von Tibet ist.

Im toten Raum ist der Wind sehr schwach (Abb. 9). In der dem Winde abgewandten Seite des Hochlandes bilden sich mehrere verschieden starke Wirbel oder Strudel aus, die sich aber im allgemeinen auflösen, wenn sie sich nach Osten fortbewegen.

III. Die jahreszeitliche Änderung des dynamischen Einflusses

Im vorstehenden wurden einige wichtige Wirkungen des dynamischen Einflusses des Hochlands von Tibet auf die Zirkulation und die Witterung Ostchinas erörtert. Der dynamische Einfluss weist indessen auch eine jahreszeitliche Änderung auf, wobei die beschriebenen Erscheinungen — wie bereits erwähnt — hauptsächlich im Winter vorkommen. Einige europäische Meteorologen, wie z. B. *Bolin* [12] und *Sutcliff* [13] waren der Ansicht, dass der Einfluss der Gebirge auf die allgemeine Zirkulation im Laufe des ganzen Jahres unverändert ist, da ja auch die Gebirge unverrückbar an ihrer Stelle bleiben. Im vorliegenden Fall trifft dies jedoch nicht zu. Der dynamische Einfluss der

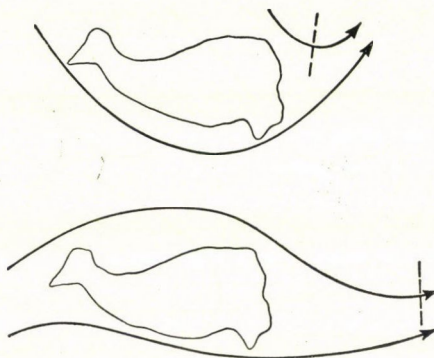


Abb. 10

Gebirge ist eng mit dem Verhalten der untersuchten Strömung verknüpft (Abb. 10), da sich die Strömung, trotzdem die Form des Hindernisses unverändert bleibt, von Jahreszeit zu Jahreszeit ändert. Nach den Ergebnissen der in den Jahren 1945 und 1946 durchgeführten Untersuchungen tritt der südliche Düsenstrom ziemlich plötzlich Mitte Oktober auf (Abb. 5), wird dann allmählich stärker, um sein Maximum in der Mitte des Winters zu erreichen. Das Verschwinden des südlichen Düsenstromes Mitte Mai ist ebenfalls überaus schnell (Abb. 11, 12 und 13). Gleichzeitig mit dem Zerfall des südlichen Düsenstromes dringt der Sommermonsun in Ostchina rasch vor, gefolgt von plötzlichen Temperaturanstiegen [15]. Bei der Analyse der jahreszeitlichen Schwankungen der RT 500/1000 mb wurde eine ähnliche Veränderung beobachtet, u. zw. eine plötzliche Zunahme der Mächtigkeit der RT 500/1000 mb von Mai auf Juni über dem östlichen Teil des Hochlands von Tibet um 160 m. Das plötzliche Verschwinden des südlichen Düsenstromes stellt eine beachtenswerte Erscheinung in den jahreszeitlichen Schwankungen der Zirkulation über Ostchina dar. Es schliesst sich an einige wichtige Grosswetterlagen an, wie z. B. an das Auftreten des »Mai-ü« usw.

Sobald sich der Düsenstrom im Sommer über Mittelasien nach Norden verschiebt, kommt er nicht mehr mit dem Hochland von Tibet in Berührung, so dass dann auch seine Gabelung nicht mehr auftritt. Zu dieser Zeit rückt der vom Indischen Ozean herkommende Südwestmonsun bis zum Hochland vor und breitet sich bis zum Arakangebirge aus. Der Südwestmonsun ist dann gezwungen, eine kreisförmige Bewegung auszuführen und gestaltet so einen

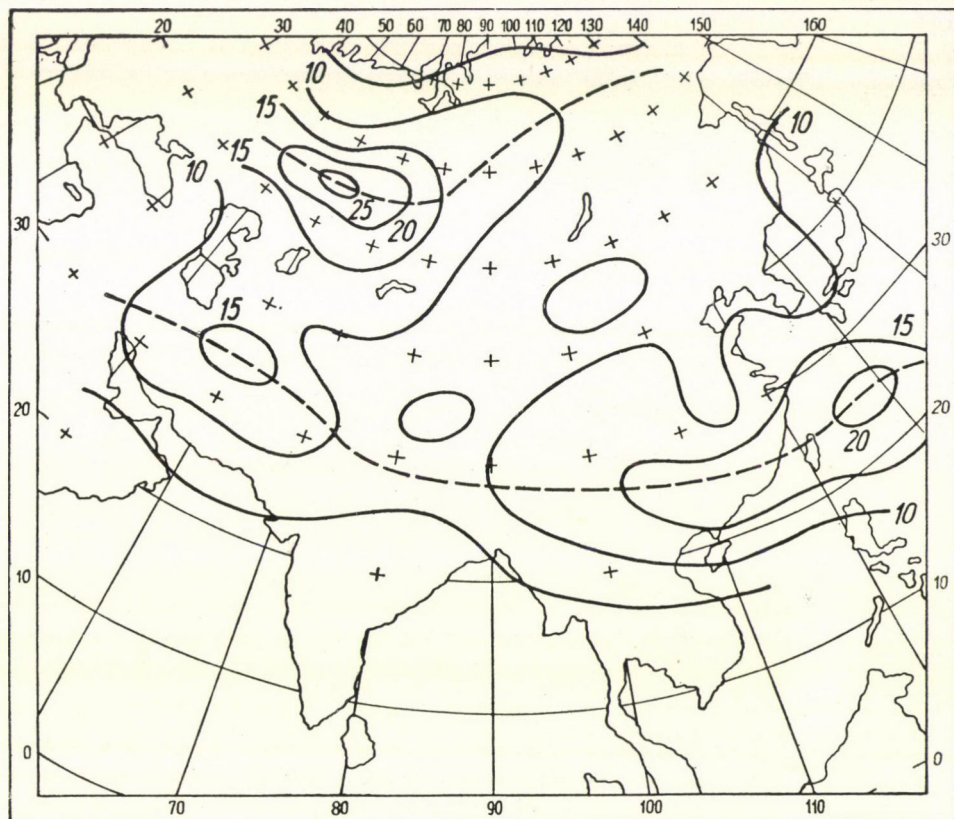


Abb. 11

zyklonalen Wirbel aus, der in der Sommerdepression über Indien erkennbar ist. Dieses indische Tiefdruckgebiet ist wahrscheinlich, aber nicht zwangsläufig thermischen Ursprungs. Diese Ansicht wird auch von der Tatsache unterstützt, dass während das Gebiet der Maximaltemperaturen im Juli über Arabien liegt, sich das Tiefdruckgebiet über Indien lagert, was schon von *Banerji* festgestellt wurde [14, 15].

Sobald sich die Laufströmung vom Hochland von Tibet nach Norden verschiebt, hört auch die Brems- und Schirmwirkung, die im Winter so ausgeprägt war, auf. Weitere Einzelheiten über die Schwankungen des Hochlandeins-

flusses in den verschiedenen Jahreszeiten wurden von Ku [3] und Yä [9] angegeben.

IV. Schlussfolgerungen

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass der dynamische Einfluss der Gebirge ebenso wichtig, wenn nicht noch wichtiger ist als die thermische Ein-

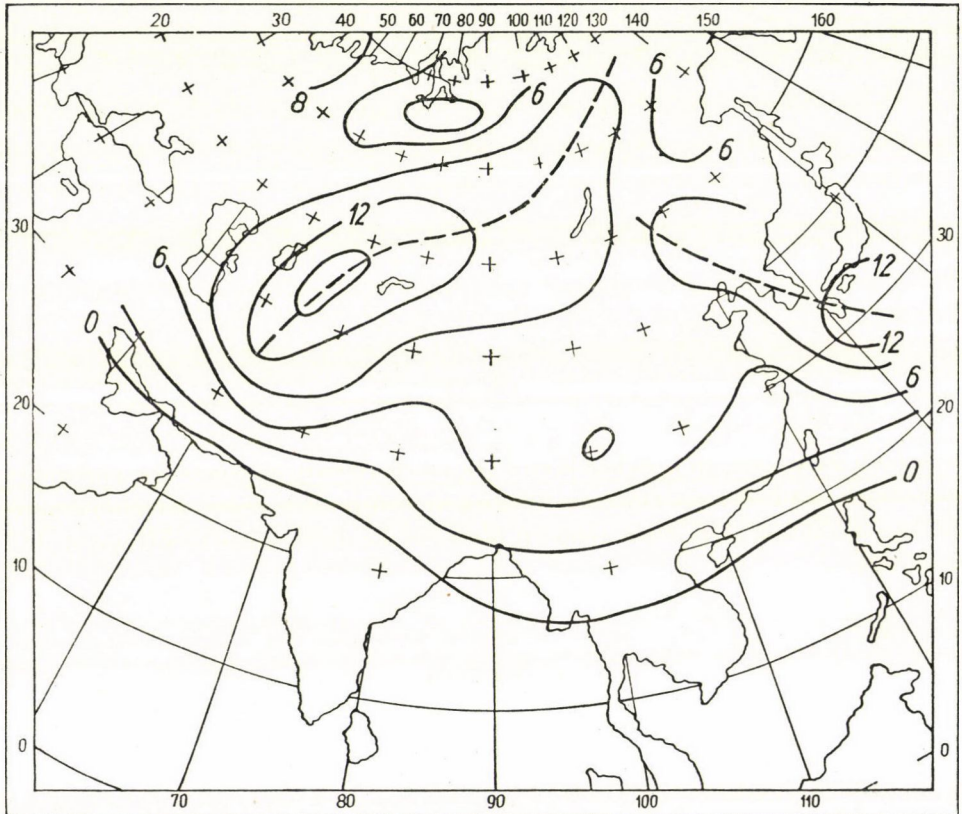


Abb. 12

wirkung der Verteilung von Meer und Festland, die als monsunale Wirkung bekannt ist. In der Vergangenheit wurde im allgemeinen nur auf einen dieser Faktoren, hauptsächlich auf die Monsunwirkung Gewicht gelegt. Dies ist gewiss ungenügend. Die allgemeine Zirkulation bildet nämlich ein einheitliches Ganzes, das sich unter dem gemeinsamen Einfluss von dynamischen und thermischen Wirkungen ausbildet. Es könnte jemand fragen, welche die dynamischen und welche die monsunalen Wirkungen sind. Das ist es, was auch wir gerne wissen würden, denn sie lassen sich nicht mechanisch voneinander trennen. Wichtiger

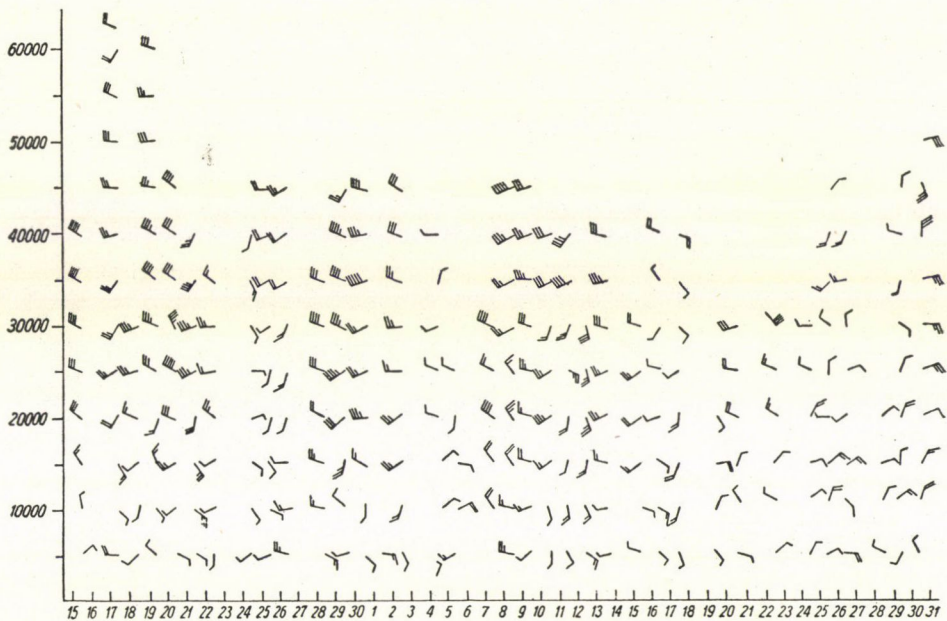


Abb. 13

ist jedoch zu wissen, in welcher Weise sie wechselseitig miteinander verknüpft sind. Doch sei hier von einer ausführlichen Erörterung dieser Erscheinungen und Eigenschaften abgesehen, sondern bloss auf die diesbezügliche Literatur [16] verwiesen.

LITERATUR

1. *Tu Chang-wang* : The Air Mass of China. Mem. Inst. of Met. Vol. 12. No. 2. 1938. Nanking.
2. *Yeh Tu-cheng* : Circulation of the High-troposphere over China in Winter. 1945—56. *Tellus* 2. (1950), S. 173—183.
3. *Koo Chen-chao* : The Dynamical Influence and its Importance of the Tibetan Plateau on the Circulation of Eastern Asia. *Acta Scientia*, 2 (1951), S. 283—303.
4. *Chaudbury, A. M.* : On the Vertical Distribution of Wind and Temperature over Indo-Pakistan along the Meridian 76° E in Winter. *Tellus* 2 (1950), S. 56—62.
5. *Kao Yu-shih* : The Circulation in the Winter Half Year Over China Revealed by the Frequency Analysis of Temperature in Troposphere. *Acta Meteorologica* 23 (1952), 45—60.
6. *Yeh Tu-cheng, Liu-Kwan-nan und Kao Yu-shih* : A Study of the Onset and Retreat of the Jet Stream over Southern Asia and South-west U. S. A. in 1945—46. *The Journal of the Chinese Geophysical Society*, 2 (1951), 255—278.
7. *Dao Shih-yeh* : The Indo-Burma Trough and its Influence on the Weather of Southern China. *Acta Meteorologica*, 23 (1952).
8. *Koo Chen-chao* : The Structure of the Upper Wind Over Western China in Winter. *Science Record* 4 (1951), 149—156.
9. *Yeh Tu-cheng* : The Seasonal Variation of the Influence of the Tibetan Plateau on the General Circulation. *Acta Meteorologica* 23 (1952), 33—47.

10. *Chu Pao-chen* : The Development of the North-east Cyclone Examined by Advective-dynamic Analysis. *Acta Meteorologica*, 24 (1953).
11. *Jong Pin-chen* : The Kunming Quasi-stationary Front. *Journal of Chinese Geophysical Society*, 2 (1950), 87—103.
12. *Bolin, B.* : On the Influence of the Earth's Orography on the Westerlies. *Tellus* 2 (1950), 184—185.
13. *Sutcliff, R. C.* : Mean Summer Contour Patterns of the Northern Hemisphere — The Thermal-Synoptic View-Point. *Q. J. Roy. Met. Soc.* 77 (1951), 435.
14. *Banerji, S. K.* : The Effect of the Indian Mountain Ranges on the Configuration of the Isobars. *The Indian Journal of Physics*, 4 (1930), 477.
15. *Banerji, S. K.* : The Effect of Indian Mountain Ranges on Air Motion. *The Indian Journal of Physics*, 5 (1931), 699.
16. *Koo Chen-chao* : On the Seasonal Variation of the General Circulation. *Acta Meteorologica*, 24 (1953), 69—99.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ТИБЕТСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ НА ЦИРКУЛЯЦИЮ АТМОСФЕРЫ ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

КУ ЧЭН-ЧАО

Резюме

Тибетское плоскогорье — уже вследствие своих размеров — должно оказать значительное влияние на циркуляцию атмосферы, так как оно закрывает нижнюю треть — половину тропосферы в ширину больше, чем 1500 км. Динамическое действие плоскогорья наблюдаемо в следующих явлениях: струя потока (jet stream) разделяется в зимний период на западной стороне плоскогорья. Одна ветвь идет от плоскогорья на север, а другая на юг, а затем за горами эти ветви вновь соединяются. Однако, в летний период, — от середины мая до середины октября, — сохраняется только северная ветвь, так как летний муссон проникает вплоть до южной части плоскогорья. Во время продвижения через плоскогорье образования давления ослабевают. Около восточной стороны плоскогорья образовывается мертвое пространство, характеризованное сильной инверсией.

DYNAMICAL EFFECT OF THE TIBETAN PLATEAU ON THE ATMOSPHERIC CIRCULATION IN EAST ASIA

By

KU-CHEN-CHAO

Summary

Owing to the size of its area the Tibetan Plateau is bound to exert a significant effect upon the atmospheric circulation, since extending over more than 1500 km in width it blocks the lower third or half of the troposphere. The dynamical effects to be attributed to the plateau manifest themselves in the following phenomena: in the winter season of the year the jet stream branches off at the western side of the plateau, one branch proceeding north, the other south of it, to reunite behind the mountainous region. In the summer season, from mid-May to mid-October, there is only the northern branch left, the summer monsoon penetrating as far as the southern side of the plateau. While passing over the plateau the baric formations subside. On the eastern side of the plateau a dead space forms, characterized by strong inversion.

Les Acta Agronomica paraissent en russe, français, anglais et allemand et publient des mémoires du domaine des sciences agronomiques.

Les Acta Agronomica sont publiés sous forme de fascicules qui seront réunis en un volume.

On est prié d'envoyer les manuscrits destinés à la rédaction, et écrits à la machine à l'adresse suivante :

Acta Agronomica
Budapest 62, Postafiók 449.

Toute correspondance doit être envoyée à cette même adresse.

Le prix de l'abonnement annuel est de 110 forints par volume.

On peut s'abonner à l'Entreprise pour le Commerce Extérieur de Livres et Journaux «Kultúra» (Budapest, VI., Sztálin út 21. Compte-courant No. 43-790-057-181) ou à l'étranger chez tous les représentants ou dépositaires.

The Acta Agronomica publish papers on agronomical subjects, in Russian, French English and German.

The Acta Agronomica appear in parts of various size, making up one volume.

Manuscripts should be typed and addressed to :

Acta Agronomica,
Budapest 62, Postafiók 449.

Correspondence with the editors or publishers should be sent to the same address.

The rate of subscription to the Acta Agronomica is 110 forints a volume. Orders may be placed with "Kultúra" Foreign Trade Company for Books and Newspapers (Budapest, VI., Sztálin út 21. Account No. 43-790-057-181) or with representatives abroad.

Die Acta Agronomica veröffentlichen Abhandlungen aus dem Bereiche der agronomischen Wissenschaften in russischer, französischer, englischer und deutscher Sprache.

Die Acta Agronomica erscheinen in Heften wechselnden Umfanges. Mehrere Hefte bilden einen Band.

Die zur Veröffentlichung bestimmten Manuskripte sind, mit Maschine geschrieben, an folgende Adresse zu senden :

Acta Agronomica,
Budapest 62, Postafiók 449.

An die gleiche Anschrift ist auch jede für die Redaktion und den Verlag bestimmte Korrespondenz zu richten.

Abonnementspreis pro Band 110 forint. Bestellbar bei dem Buch- und Zeitungs-Aussenhandels-Unternehmen »Kultúra« (Budapest, VI., Sztálin út 21. Bankkonto Nr. 43-790-057-181) oder bei seinen Auslandsvertretungen und Kommissionären.

INDEX

<i>Frau Vajna-Papp, M. und Vajna, S.</i> : Die Atmung der gerodeten Zuckerrübenwurzel während der Lagerung — <i>В.-Панн, М. и Вийна, Ш.</i> : Дыхание выкопанного корня сахарной свеклы во время хранения	1
<i>Kunffy, Z., Tangl, H. und Lomb, F.</i> : Grünheubereitung mit elektrischer Kaltluftventilation — <i>Кунффи, З., Тангл, Х. и Ломб, Ф.</i> : Способ получения зеленого сена при помощи воздушного потока вентилятора с электрическим приводом	31
<i>Öcsag, I. und Sréter, F.</i> : Periodische Veränderungen der Karotinoid- und Vitamin-A-Konzentration im Serum der Pferde und ihre wirtschaftliche Bedeutung — <i>Очаг, И. и Шретен, Ф.</i> : Периодические изменения в концентрации каротиноидов и витамина А в сыворотке лошадей и хозяйственное значение этих изменений	55
<i>Meteorologischer Kongress — Метеорологический съезд</i>	
<i>Berkes, Z.</i> Methoden und Ergebnisse der langfristigen Wettervorhersage in Ungarn — <i>Беркеш, З.</i> : Метод долгосрочных прогнозов погоды в Венгрии и результаты его	79
<i>Aristow, N. A.</i> : Die Grundsätze der mittelfristigen Wettervorhersage in der Sowjetunion — <i>Аристов, Н. А.</i> : Принципы составления долгосрочных прогнозов малой заблаговременности в СССР	99
<i>Tschang Ne-tschau</i> : Die statistischen Methoden der langfristigen Wettervorhersage in China — <i>Чань Нэй-чао</i> : Статистический метод долгосрочных прогнозов погоды в Китае	123
<i>Phillips, H.</i> : Allgemeine Betrachtungen zum Problem der mittel- und langfristigen Witterungsvorhersage — <i>Филлипс, Х.</i> : О составлении среднего и долгосрочного прогнозов погоды	129
<i>Krastanoff, L. und Ganjeff, G.</i> : Über eine Richtung der bulgarischen meteorologischen Forschungen — <i>Крастанов, Л. и Ганев, Г.</i> : Материалы к метеорологическому исследованию в Болгарии	145
<i>Obuchow, A. M.</i> : Einige Fragen der Dynamik von ausgedehnten atmosphärischen Bewegungen — <i>Обухов, А. М.</i> : О динамике атмосферных движений большого распространения	155
<i>Topor, N.</i> : Die langfristige Wettervorhersage in der Volksrepublik Rumänien — <i>Топор, Н.</i> : Исследование долгосрочной прогнозы погоды в Румынской Народной Республике	163
<i>Korsecwicz, T.</i> : Zirkulationsindexe, Zyklonenentstehung und Zyklonenbahnen in Europa — <i>Концевич, Т.</i> : Индексы циркуляции, образование циклонов и траектории циклонов в Европе	187
<i>Péczezy, Gy.</i> : Über den Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Antizyklogen und den Änderungen der Sonnentätigkeit — <i>Пецели, Дь.</i> : Вопросы об образовании антициклонов в связи с изменениями солнечной деятельности	201
<i>Ku Tschen-tschau</i> : Die Prognose der Sommerniederschläge auf dem Gebiet Chinas für die natürlichen synoptischen Zeitabschnitte — <i>Ку Чэн-чао</i> : Прогноз летних атмосферных осадков на территории Китая на естественный синоптический период	219
<i>Teich, M.</i> : Über die Hochdruckgebiete im mitteltroposphärischen Niveau der nördlichen Nordhemisphäre — <i>Тейх, М.</i> : Области высокого давления в средней тропосфере на северном полушарии	231
<i>Maede, H.</i> : Über zeitliche und örtliche Beziehungen zwischen der Zonal- und Meridionalzirkulation in 500 mb über Mitteleuropa und den angrenzenden Gebieten — <i>Меде, Х.</i> : Зональная и меридиональная циркуляция на поверхности 500 мб над Средней Европой	251
<i>Pava, R.</i> : Beiträge zur Forschung der atmosphärischen Gezeiten — <i>Пава, Р.</i> : Исследование атмосферного прилива и отлива	261
<i>Krastanoff, L.</i> : Neue Deutung des Kriteriums der Turbulenz in der Atmosphäre — <i>Крастанов, Л.</i> : Новое толкование критерии атмосферной турбулентности	265
<i>Ku Tschen-tschau</i> : Der dynamische Einfluss des Hochlandes von Tibet auf die ostasiatische Zirkulation — <i>Ку Чэн-чао</i> : Динамическое действие Тибетского плоскогорья на циркуляцию атмосферы Восточной Азии	273

ACTA AGRONOMICA

ACADEMIAE SCIENTIARUM
HUNGARICAE

ADIUUVANTIBUS

B. BÉLL, Z. FEKETE, B. GYÓRFFY, L. KREYBIG, E. OBERMAYER, I. OKÁLYI,
I. RÁZSÓ, J. SCHANDL, K. SEDLMAYR, A. SOMOS, G. UBRIZSY, I. VÁGSELLYEI

REDIGIT

J. SURÁNYI

TOMUS V

FASCICULI 3—4



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

BUDAPEST, 1956

ACTA AGRON. HUNG.

ACTA AGRONOMICA

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA AGRÁRTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL: BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY UTCA 21.

Az Acta Agronomica orosz, francia, angol és német nyelven közöl értekezéseket az agrártudomány tárgyköréből.

Az Acta Agronomica változó terjedelmű füzetekben jelenik meg, több füzet alkot egy kötetet.

A közlésre szánt kéziratok, géppel írva, a következő címre küldendők:

Acta Agronomica
Budapest 62, Postafiók 440.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi és kiadóhivatali levelezés.

Az Acta Agronomica előfizetési ára kötetenként belföldre 80 Ft, külföldre 110 Ft. Megrendelhető a belföld számára az Akadémiai Kiadónál (Budapest, V. Alkotmány utca 21. Bankszámla 04-878-111-46), a külföld számára pedig a «Kultúra» Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalatnál (Budapest, VI., Sztálin út 21. Bankszámla: 43-790-057-181), vagy külföldi képviselőinél és bizományosainál.

«Acta Agronomica» публикуют трактаты из области сельскохозяйственных наук на русском, французском, английском и немецком языках.

«Acta Agronomica» выходят отдельными выпусками разного объема. Несколько выпусков составляют один том.

Предназначенные для публикации рукописи (в напечатанном на машинке виде) следует направлять по адресу:

Acta Agronomica
Budapest 62, Postafiók 440.

По этому же адресу направлять всякую корреспонденцию для редакции и администрации.

Подписная цена «Acta Agronomica» — 110 форинтов за том. Заказы принимает предприятие по внешней торговле книг и газет «Kultúra» (Budapest, VI., Sztálin út 21. Текущий счет № 43-790-057-181) или его заграничные представительства и уполномоченные.

ACTA AGRONOMICA

ACADEMIAE SCIENTIARUM
HUNGARICAE

ADIUVANTIBUS

B. BÉLL, Z. FEKETE, B. GYÓRFFY, L. KREYBIG, E. OBERMAYER, I. OKÁLYI,
I. RÁZSÓ, J. SCHANDL, K. SEDLMAYR, A. SOMOS, G. UBRIZSY, I. VÁGSELLYEI

REDIGIT

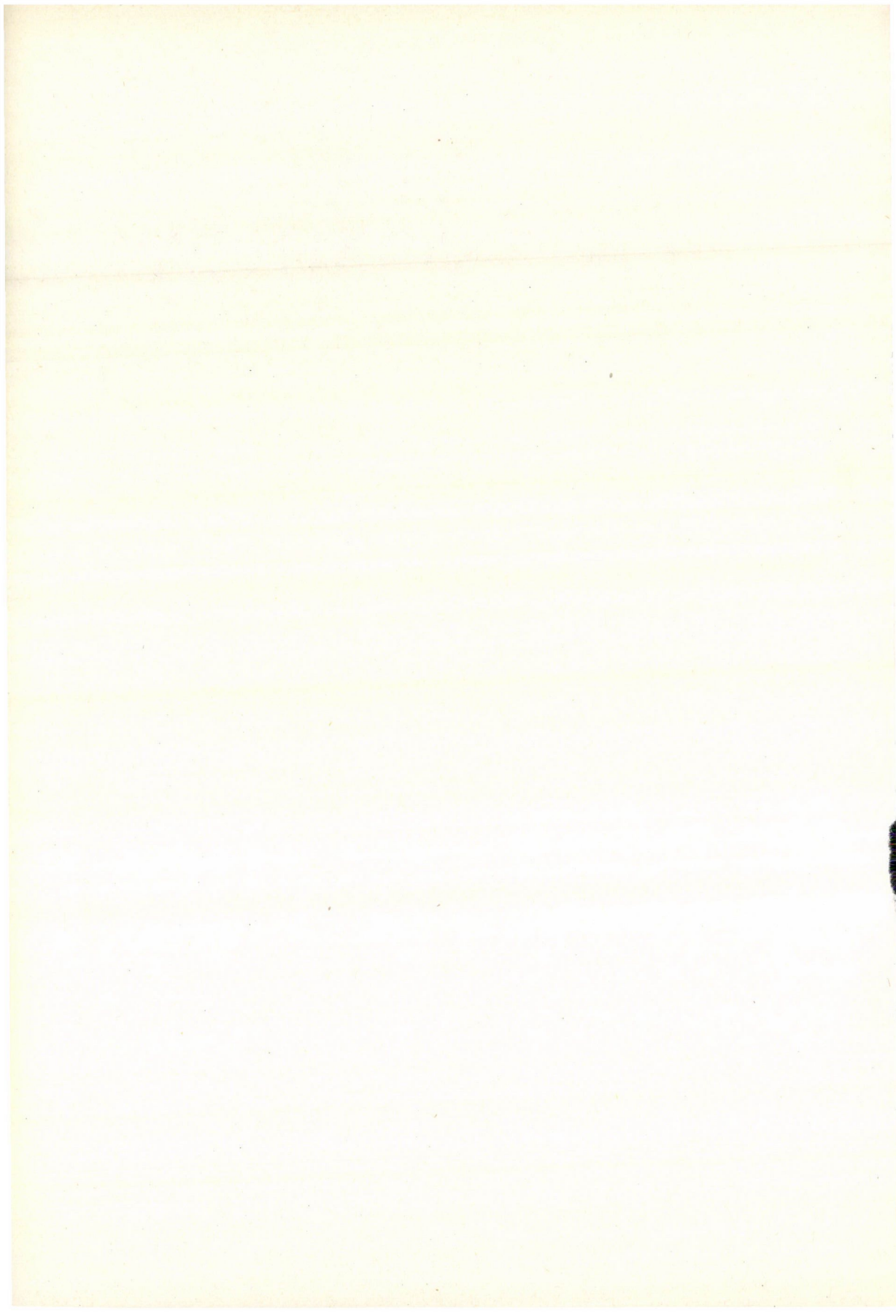
J. SURÁNYI

TOMUS V



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST, 1956

ACTA AGRON. HUNG.



INDEX

Fasc. 1—2

<i>Frau Vajna-Papp, M. und Vajna, S.: Die Atmung der gerodeten Zuckerrübenwurzel während der Lagerung — В.-Панн, М. и Вайна, Ш.: Дыхание выкопанного корня сахарной свеклы во время хранения</i>	1
<i>Kunffy, Z., Tangl. H. und Lomb, F.: Grünheubereitung mit elektrischer Kaltluftventilation — Кунффи, З., Тангл, Х. и Ломб, Ф.: Способ получения зеленого сена при помощи воздушного потока вентилятора с электрическим приводом</i>	31
<i>Ócsag, I. und Sréter, F.: Periodische Veränderungen der Karotinoid- und Vitamin-A-Konzentration im Serum der Pferde und ihre wirtschaftliche Bedeutung — Очаг, И. и Шретер, Ф.: Периодические изменения в концентрации каротиноидов и витамина А в сыворотке лошадей и хозяйственное значение этих изменений</i>	55
<i>Meteorologischer Kongress — Метеорологический съезд</i>	
<i>Berkes, Z.: Methoden und Ergebnisse der langfristigen Wettervorhersage in Ungarn — Беркеш, З.: Метод долгосрочных прогнозов погоды в Венгрии и результаты его</i>	79
<i>Aristow, N. A.: Die Grundsätze der mittelfristigen Wettervorhersage in der Sowjetunion — Аристов, Н. А.: Принципы составления долгосрочных прогнозов малой заблаговременности в СССР</i>	99
<i>Tschang Ne-tschau: Die statistischen Methoden der langfristigen Wettervorhersage in China — Чань Нэй-чао: Статистический метод долгосрочных прогнозов погоды в Китае</i>	123
<i>Phillips, H.: Allgemeine Betrachtungen zum Problem der mittel- und langfristigen Witterungsvorhersage — Филлипс, Х.: О составлении среднего и долгосрочного прогнозов погоды</i>	129
<i>Krastanoff, L. und Ganjeff, G.: Über eine Richtung der bulgarischen meteorologischen Forschungen — Крастанов Л. и Ганев, Г.: Материалы к метеорологическому исследованию в Болгарии</i>	145
<i>Obuchow, A. M.: Einige Fragen der Dynamik von ausgedehnten atmosphärischen Bewegungen — Обухов, А. М.: О динамике атмосферных движений большого распространения</i>	155
<i>Topor, N.: Die langfristige Wettervorhersage in der Volksrepublik Rumänien — Топор, Н.: Исследование долгосрочной прогнозы погоды в Румынской Народной Республике</i>	163
<i>Kopcewicz, T.: Zirkulationsindexe, Zyklonenentstehung und Zyklonenbahnen in Europa — Концевич, Т.: Индексы циркуляции, образование циклонов и траектории в Европе</i>	187
<i>Péczely, Gy.: Über den Zusammenhang zwischen dem Aufbau der Antizyklonen und den Änderungen der Sonnentätigkeit — Пецели, Дь.: Вопросы об образовании антициклонов в связи с изменениями солнечной деятельности</i>	201
<i>Ku Tschen-tschau: Die Prognose der Sommerniederschläge auf dem Gebiet Chinas für die natürlichen synoptischen Zeitabschnitte — Ку Чэн-чао: Прогноз летних атмосферных осадков на территории Китая на естественный синоптический период</i>	219

<i>Teich, M.</i> : Über die Hochdruckgebiete im mitteltroposphärischen Niveau der nördlichen Nordhemisphäre — <i>Тейх, М.</i> : Области высокого давления в средней тропосфере на севером полушарии	231
<i>Maede, H.</i> : Über zeitliche und örtliche Beziehungen zwischen der Zonal- und Meridionalzirkulation in 500 mb über Mitteleuropa und den angrenzenden Gebieten — <i>Меде, Х.</i> : Зональная и меридиональная циркуляция на поверхности 500 мб над Средней Европой	251
<i>Pava, R.</i> : Beiträge zur Forschung der atmosphärischen Gezeiten — <i>Пава, Р.</i> : Исследование атмосферного прилива и отлива	261
<i>Krastanoff, L.</i> : Neue Deutung des Kriteriums der Turbulenz in der Atmosphäre — <i>Крастанов, Л.</i> : Новое толкование критерии атмосферной турбулентности ...	265
<i>Ku-Tschen-Tschau</i> : Der dynamische Einfluss des Hochlandes von Tibet auf die ostasiatische Zirkulation — <i>Ку Чэн-чао</i> : Динамическое действие Тибетского плоскогорья на циркуляцию атмосферы Восточной Азии	273

Fasc. 3—4

<i>Sedlmayr, K.</i> : The use of heterosis in breeding <i>Beta vulgaris</i> — <i>К. Седльмайр</i> : Гетерозная селекция обыкновенной свёклы	285
<i>Kozma, P.</i> : Étude sur la variabilité et la fécondité des types floraux du cépage de Kadarka — <i>П. Козма</i> : Изменчивость и плодородность цветковых типов венгерского сорта винограда «Кадарка»	301
<i>Ubrizsy, G.</i> : Die ruderalen Unkrautgesellschaften Ungarns. II. Studien über Ökologie und Sukzession. — <i>Г. Убриджи</i> : Рудеральные ценозы сорняков Венгрии. II. Студии по экологии сукцессии	393
<i>Jermy, T. und Sáringer, Gy.</i> : Die Rolle der Photoperiode in der Auslösung der Diapause des Kartoffelkäfers (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say) und des amerikanischen weissen Bärenspinners (<i>Hyphantria cunea</i> Drury). — <i>Т. Ерми, Дь. Шарингер</i> : Роль фотопериода в вызове диапаузы у колорадского жука (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say) и у американской белой бабочки (<i>Hyphantria cunea</i> Drury)	419
<i>Kállai, L., Aros, B., Biskup, F. und Kralovánszky, U. P.</i> : Der Einfluss von Vitamin B ₁₂ auf die Eierproduktion und Brutfähigkeit. — <i>Л. Каллаи, Б. Арош, Ф. Бискуп и У. П. Краловански</i> : Роль витамина B ₁₂ в производстве яиц и в их выводимости	441
<i>Horn, A.</i> : Contribution to the economic, biological and zootechnical problems of commercial crossing with special reference to the results of research work in Hungary. — <i>Хорн, А.</i> : Данные к хозяйственно-экономическим, биологическим и зоотехническим вопросам промышленного скрещивания, с особым учетом исследований в Венгрии	451

THE USE OF HETEROSIS IN BREEDING BETA VULGARIS

By
K. SEDLMAYR

(INAUGURAL LECTURE DELIVERED IN THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES
ON DECEMBER 9, 1954)

(Manuscript received July 21, 1955)

Until recently it was generally believed that, being applied genetics, plant breeding was only to aim at inducing changes in heredity, at producing homozygous varieties; today, it begins to be more and more realised that plants attain their highest productivity and increased viability not in the homo-, but in the heterozygous state.

In the production of seeds of heterozygous plants, i. e. in the exploitation of heterosis in breeding, the first outstanding results were achieved with maize. In 1922, Richey was still cautious when writing:

«The possibility of progress under pure-line methods is largely theoretical so far, and it is entirely possible that unrecognized principles may interfere with the fulfillment of present expectations, as they have with those in the past.» (48).

Today, inbred maize hybrids are being produced and grown on large scale in the Soviet Union, the U. S. A. and practically all over the world, and in some cases their yield exceeds by 30 to 40 per cent that of the best earlier districted varieties. Among heterotic effect has also been observed in dioecious plants (hemp, spinach), and in self-pollinators that lend themselves readily to castration (tomato, eggplant, paprika) [3]*.

The commercial exploitation of heterosis has proved to be a paying proposition with plants capable of vegetative reproduction, such as fruits, grapes, poplars and other forest trees, potato and, chiefly, sugar cane. With the latter, astounding results have been achieved by the breeders, and these achievements are to a great extent responsible for the substantial increase in the yields of sugar-cane crops in Java, prior to World War II.

However, the question arises whether one is justified in speaking of heterosis in the case of freely flowering, facultatively allogamous plants that cannot be castrated (at any rate, not economically enough or not on a large scale suitable for practical purposes). From two such adjacent open-pollinating

* A comprehensive survey is contained in T. Ashton's: The use of heterosis in the production of agricultural and horticultural crops. I. A. B. Cambridge, 1946.

plants 50 per cent hybrids are to be expected according to the following formula of the calculus of probability :

$$A \times B = AA + AB + BA + BB$$

As early as in 1939, it was pointed out by the present writer that with beet considerably more than 50 per cent, in some cases almost 100 per cent, hybrids are obtained. Similar observations were made by *L. Oláh* (41) in 1950 in crossing sugar and fodder beets. In *Oenotera berthieriana Schwemmler* (55) came upon an isogamous, complex, heterozygous variety in which reciprocal selection precludes homozygous forms, because the *A* pollens fertilize the *B* ovules, and therefore the *B* anthers are only free to unite with the *A* cells. Owing to

$$A \times B = AB + BA$$

no homozygous *AA* and *BB* progenies arise. Following the lead of *T. D. Lyсенко* (34), *Turbin* (59), and *Sizov* (23), several Soviet research workers emphasize the part played by selection, and attribute great significance to selective fertilization. No doubt, selective fertilization is a fact of which cognisance must be taken, no matter how great the desire may be in some quarters to pass it over in silence, and of which use must be made in breeding work. The trouble is, that the concept of selective fertilization still requires much elucidation.

In the broadest sense of the word we speak of selective fertilization whenever the number of progeny differs considerably from the percentage expected on the basis of the probability calculus. This selectivity may be positive or negative, depending on whether more or less hybrids arise than was theoretically expected ; it may be unidirectional, $A \rightarrow B$, or reciprocal, $A \rightleftharpoons B$, in dependence on whether a deviation from the accidental distribution is shown in the progeny of one or both of the parents.

However, *in the strict sense of the word* we cannot speak of selectivity, of *selective fertilization* (euselectivity), unless fertilization itself takes place not fortuitously, but selectively. The mechanism of the organism's selective capacity, its etiology, is not clearly understood, yet it is presumable that the foreign pollen grains germinate slower or faster on the foreign stigmas, and develop slower or faster in the foreign stigmal tissues, than in their own. Alternatively, it may be assumed, as several authors do assume, that this mechanism cannot be traced back to the selective capacity of the ovule itself, to the chemical differences in the ova. We speak of *paraselectivity*, if the moderate germinative power, or germinative energy, or complete sterility of the pollen causes a displacement in the ratio of the progenies (*Owen*, 42) :

$$A_s \times B = A_s B + BB .$$

In this case, hybrids are obtained from the pollen-sterile parents, and purely homozygous progeny from the fertile ones ; in other words, again 50 per cent hybrids are produced in F_1 . In *pseudoselectivity*, fertilization may well take place in accordance with the rules of probability, but as the hybrids, or a part of them, are non-viable we once more observe a deviation of the ratio of progenies from the expected accidental arrangement.

$$A \times B = AA + BB$$

In addition, the composition of the hybrid population depends of course on the ratio between the parents, or more exactly, on the relative ratio of the germinating pollen grains to the fertilizable pistils. That the apparent heterotic effect of the population is a function of the percentage of hybrids and of the productivity of the hybrids and the parents is clearly shown in the following formula :

$$A \times B = AA + AB + BA + BB$$

$$H\% = \frac{K (n_1 h_1 + n_2 h_2 + n_3 h_3 + n_4 h_4)}{100}$$

where

- $H\%$ = average yield of the population in percentage of the districted standard variety*
- n_{1-4} = percentage of the individual members
($AA = 1, AB = 2, BA = 3, BB = 4$)
- h_{1-4} = productivity of the individual members in percentage of the districted standard variety
- K = the effect of mixed sowing.

The greater the number of hybrids is in the population, the greater is the «apparent» heterotic effect; the performance of the hybrid population.

The fact must also be taken into account that a certain surplus yield is due to the mixing of the various members, and that this surplus manifests itself within the average yield of the population ($H\%$). In the above formula, K denotes this effect, which it is exceedingly difficult to ascertain.

Increasing the percentage of hybrids is, accordingly, one of the prerequisites of the exploitation of heterosis in breeding freely flowering, facultatively allogamous plants that cannot be castrated. This increase in the percentage of hybrids can be achieved in either of three ways, viz. :

* The breeder defines the heterosis effect not, like the geneticist, in relation to the better parent, but to the districted pure variety.

1. by choosing hereditably and mutually selective partners ;
2. by changing the percentage of the parental partners ;
3. by artificially increasing selective capacity.

1. Choosing hereditably selective partners

Variability of selective capacity forms the basis and prerequisite of a choice of hereditably and reciprocally selective partners. The present writer's own experiments as well as those of other authors afford proof of this variability being very great in the different beet varieties, strains, and individuals. Stewart (56, 57), for instance, obtained 10 to 90 per cent hybrids on crossing inbred pairs. On pair crossing K 405 diploid and tetraploid fodder beets in our experiments at Sopronhorpács, 97 per cent of the seed harvested from the tetraploid, and 95 per cent of that harvested from the diploid parent were found to be triploid, i. e., on an average, 96 per cent hybrids were obtained due to the reciprocal selectivity of the two parents. In another instance, however, the tetraploid parent yielded 73 per cent and the diploid only 27 per cent triploid progeny, averaging 50 per cent hybrids. Moreover, a case was encountered in which the tetraploid parent gave 40, and the diploid one only 35 per cent hybrid progenies. There is no doubt, then, that the variability of the selective capacity renders possible the choice of selective partners, but that further experiments are required enabling us to study and stabilize the hereditary transmission of reciprocal selectivity. In the case of a pollen-sterile parent we can expect 100 per cent hybrids, if seed is harvested from the sterile parent only, but on an average only 50 per cent hybrids will be obtained in this case as well.

Table I

Open pollination in facultatively allogamous plants

A x B

1. In case of fortuitous pollination	$AA + AB + BA + BB$
2. In case of reciprocal selectivity.....	$AB + BA$
3. In case of pollensterility	$A_sB + BB$
4. In case of non-viable hybrids	$AA + BB$

2. Changing the percentage of the parental partners

Although the fact of selectivity cannot be doubted, the amount of pollen, or more exactly the number of germinating pollen grains and their relative percentage have a substantial part to play in fertilization. This has been clearly proved by top crossing experiments made in Sopronhorpács, in which four pollen donors fell to one mother beet so that the progenies of the diploid fodder beets contained 79,8 per cent, and those of the tetraploid sugarbeets 99,5 per cent triploid hybrids. From this it follows that by the prudent choice

of the ratio between the parental partners it is quite possible in mutually open-pollinating allogamous plants to have the percentage of hybrids increased according to plan, as has already pointed out by *Matsumura* (37, 38).

3. Artificial intensification of selective capacity

The experiments of *L. Magassy* seem to open up a new path to increased selectivity. Upon the treatment with certain substances the diploid pollen reacts more vigorously than the haploid, and on this ground it is likely that by spraying the diploid seed bearers during flowering we can increase selective fertilization in the diploid mother beets, and raise the percentage of hybrids with diploid pollen.

The ultimate aim is to increase mutual selectivity to an extent where we obtain as nearly 100 per cent hybrids as possible. By raising the percentage of hybrids we shall, of course, not have achieved our end unless the hybrids themselves display the greatest possible heterotic effect.

Increasing hybrid vigour

The heterotic effect of the hybrid cannot be concluded from the performance of the parents. Not infrequently, the hybrids of markedly deteriorated inbred lines will yield the highest crops. True, it is assumable that it is the contradiction arising between the gametas that intensifies the hybrid vigour, yet ultimately the combinative value of the parents can only be concluded from the performance of the offsprings. Nevertheless, there are methods which result in intensified hybrid vigour.

1. Crossing of the first flowers

Marked intensity of the heterotic effect, improved viability of the hybrids, and earlier ripening were observed by *Daskaloff* in tomatoes whenever the early fruits from crosses of the first flowers were sown separately. At first glance it looked as if in this manner results could only be achieved artificially, by means of castration, when the first flowers are chosen to serve as partners in the crossings. However, with beets classification of the seed furnishes the possibility of removing the minute, undeveloped balls of small seeds arising from the hybridization of late flowers, and thereby intensifying hybrid vigour.

2. Rearing parents under differing environmental conditions

By selection and by rearing them under differing environmental conditions, it is possible to intensify the differences in and the contradictions between

the parental partners, and thereby the heterotic effect. This is the method employed by the present writer in improving the fodder beet *Beta rosa*. Four morphologically similar, but genetically different biotypes are being propagated on different soils in different parts of the country, and their seeds are being mixed. By this method, the viability of the progenies and their adaptability is improved, and inbreeding — taking place due to nearly homogeneous ancestry even in the case bulking — is avoided.

3. *Directed intensification of the contradiction between the gametas*

The remoter the parents from each other genetically, within certain limits, and the greater the differences between the gametas, the greater is the heterotic effect than can be expected. Yet, no economically profitable heterotic combinations should be anticipated from the crossing of remote subspecies and species, while within the subspecies it is the relatively close affinity between the cultivated beet varieties that sets limits to an intensification of the heterotic effect.

Nevertheless, the artificial production of cultivated beets with different chromosome numbers points to the possibility of intensifying the differences, i. e. increasing the heterotic effect.

It is well known that polyploidy plays a major role in the formation of our cultivated plants and that many polyploid forms are to be found among them. Apart from the tetraploid and hexaploid wheats, tetraploid potatoes and oats, polyploid prunus, populus, banana, and sugar-cane varieties, many a cultivated species could be mentioned that has several times the chromosome number of its wild ancestors. In the genus *Beta*, too, there occur polyploids: for instance, hexaploid *B. trigyna*, tetraploid *B. lomatogona*, and *B. corolliflora*. But among the cultivated beets there are no polyploid species to be found, for such species cannot arise, because the tetraploid individuals occurring most rarely in nature cross very readily with diploids, and the triploids arising in this manner are sterile, or, on backcrossing with the diploids, disappear very soon owing to natural selection. The selective fertilization of tetraploid mothers with haploid pollen precludes, because of the slower germination of the diploid pollen, the possibility of obtaining a greater number of tetraploid progenies. Should such tetraploid progenies nevertheless survive in greater numbers, they would be eliminated in consequence of the natural and artificial selection due to the initially slower development and the reduced viability of the tetraploids and to the foreign pollination to be expected in the further generations.

In recent years, several authors reported the artificial production of polyploid plant species. In Hungary, *B. Győrffy* was the first to describe the possibility of producing polyploids and to declare, as early as in 1940, that by treatment with colchicine polyploids can be obtained from practically any

plant species. He began the production of polyploid beets in Tihany during World War II, and after the Liberation of Hungary we continued the work at Sopronhorpács, with his aid and at a forced pace, taking as initial material Cercospora-resistant Hungarian strains improved by the present writer. However, tetraploidy attained is not equivalent with successful breeding, for the polyploids only furnish new initial material for the further breeding work.

It is not intended to deal in this lecture with the numerous and often quite unexpected difficulties involved in the production, maintenance, and propagation of polyploids, or with the morphological and physiological peculiarities of the polyploid forms. This paper is to render an account of the utilization of polyploids in the exploitation of heterosis in breeding, to report on the heterotic effect observed in hybrids obtained from parents with different chromosome numbers.

According to expectation, exceedingly viable and resistant hybrids resulted from the free elective crossbreeding of diploid and tetraploid parents: individuals, strains, or varieties.

As can be seen from table II, the hybrids significantly surpassed both parents in respect of most of the favourable properties. This result is rather striking if we bear in mind that the hybrid population obtained from the free elective fertilization of the tetraploid parent did not consist in its entirety of triploid individuals, and that the diploids and tetraploids greatly reduced, of course, the performance of the population.

Table II
Comparison of polyploid sugar beets

	BETA C—53/27 sugar beet		
	2×	3×	4×
Yield of leaves	100	117	121
Yield of roots	100	105	98
Yield of sugar.....	100	108	95
Sugar %	100	102	96
Dry matter %	100	102	98
Noxious nitrogen	100	85	85
Noxious ashes	100	95	98
Number of leaves.....	28,0	21,6	20,6
Length/width	1,7	1,5	1,6
Length/width of stalk	0,8	0,9	1,1
Weight of leaves, g/individual	190	248	243
Surface of leaves, m ² /20	2,5	3,4	3,6
Stomata measurements, μ	30	35	37
Germinating power	89	81	80
Germinating energy	85	75	78
Germs per seed ball	2,1	1,4	1,2
Seed ball, g	49	39	41
Germs per kg	103	55	49

It is well to direct special attention to a number of economically important favourable properties of the triploid hybrids : to the large and healthy leaves ; to the astonishingly great sugar content, which together with the dry-matter content one would have expected to be less owing to the larger size of the cells ; then to the low values for noxious nitrogen, soluble ashes, and fibers, which indicate ready workability of the beet ; finally, to the reduced tendency to bolt and to the monogerminal nature of the seed ball. Lower germinating energy and slower initial development represent the only disadvantages on comparison with diploids, but they can be eliminated by a washing out of the substances inhibiting germination.

The experimental results achieved appear to confirm the possibility of producing really robust hybrids by crossbreeding beets of different chromosome numbers.

However, these triploid hybrids obtained from the free selective crossing of diploid and tetraploid beets are almost completely sterile ; they bolt and bear flowers, but produce no seed, for which reason we named them «mule beets». On the other hand, in respect of seed production the hybrid partners do not lag behind the diploid parental partner.

*

In the production of triploid heterotic beets certain difficulties are encountered ; reproduction and intensification of the heterotic effect established in test crossings require the application of new breeding methods.

1. The reciprocal top crossing method (Table III)

This method evolved by us and applied in Sopronhorpács seems to be the safest. The *A* mothers are allowed to flower among *B* seed bearers, and the *B* mothers among *A* seed bearers. The partners are then selected on the strength of the performance of the progenies, and maintained by vegetative propagation. It is assumed that, on crossing them with each other, the beets selected in this manner and combining well with the other strain, will display an intensified heterotic effect. The weak point in this method (as in that of family breeding) is the lack of uniformity in the pollen mixture of the paternal strain, as also the fact that the selectivity and the specific heterotic effect interfere largely with the correct evaluation of the mother beets.

2. The tester method (Table IV)

In this method, first proposed by *Deming* [12], a common test strain is used as the father, and the pure (isolated) seed of the mother beets displaying

Table III

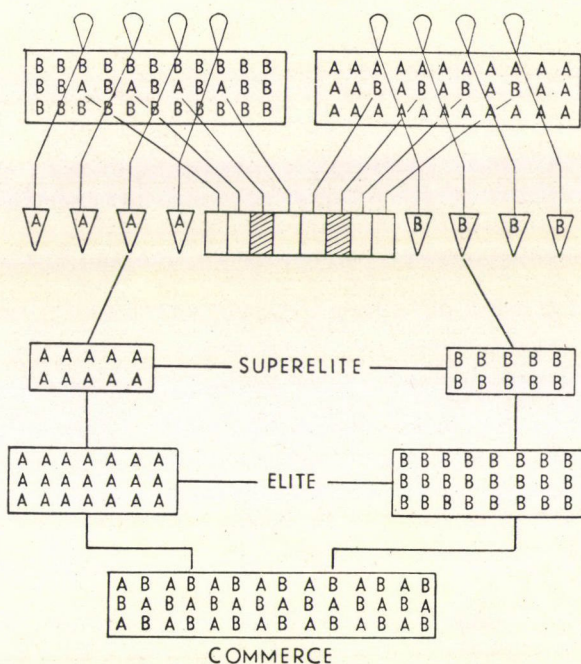
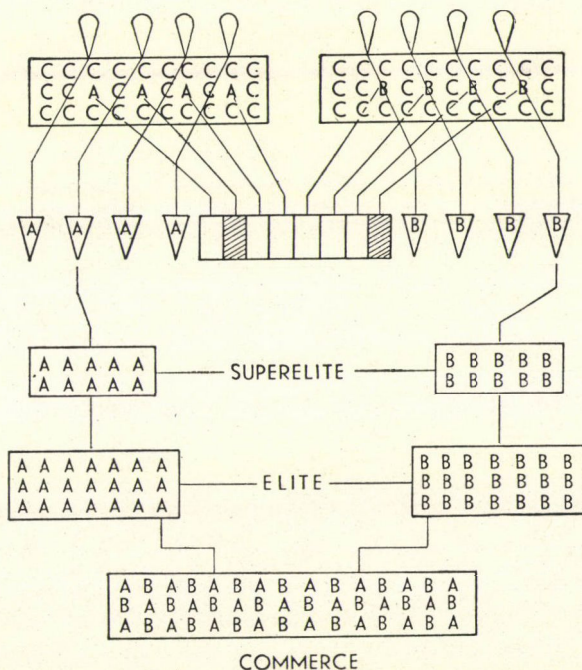


Table IV

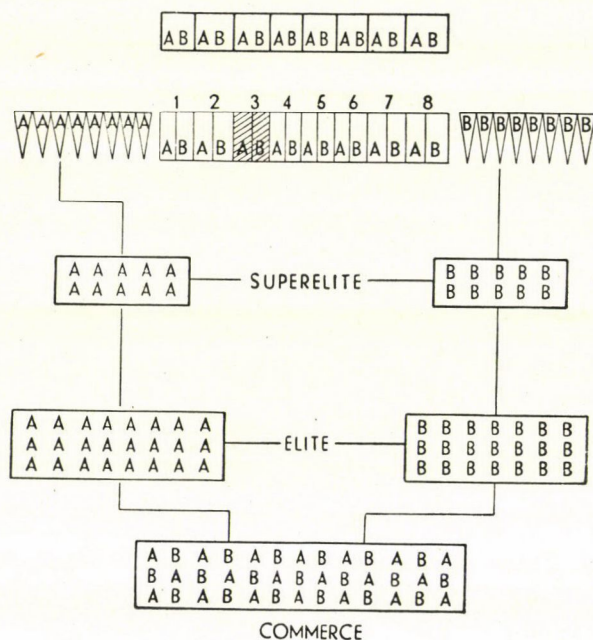


the largest number of hybrid progeny and the greatest hybrid vigour, are utilized for the production of the hybrids. However, as with this method we can only get hold of the general combining ability, it is not considered to yield reassuring results.

3. The pair crossing method (Table V)

This method introduced by the present writer has the advantage that the father, too, is known, and so the crossing can be repeated with the genetically identical material. Its disadvantage is that the vegetative propagation of

Table V

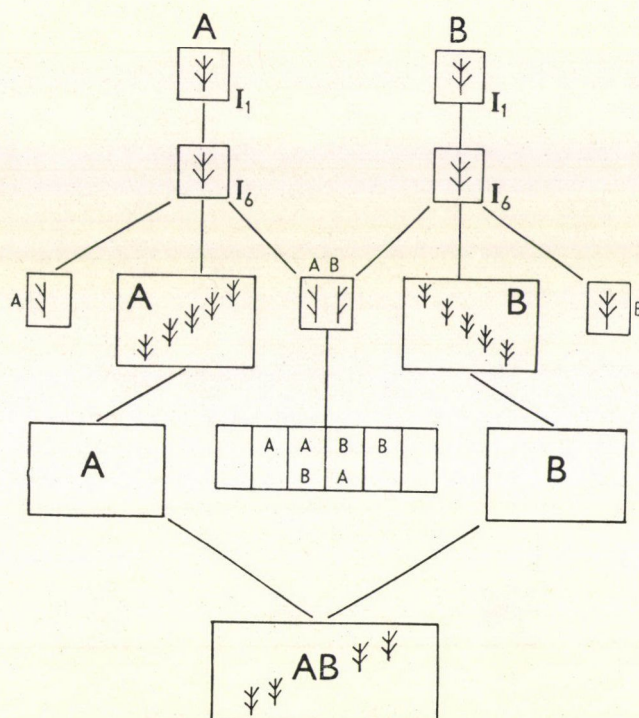


the individual beets is very cumbersome and uncertain, and that an enormous amount of work is involved in the artificial or spatial separation of the great number of pairs.

4. The inbred method (Table VI)

With beet, serious difficulties are encountered in inbreeding and in the production of homozygous lines. Deteriorated inbred lines may greatly impair the performance of the hybrid population.

Table VI



With a view to eliminating this disadvantage of the inbred method double crosses are produced in accordance with the following formula :

$$A \times B \qquad C \times D$$

$$(AA + AB + BA + BB) \times (CC + CD + DC + DD)$$

when a greater percentage of hybrids (AA , BB , CC , DD) can be expected in the population from double crosses than in that from single crosses.

A detailed description of how these methods are applied would go far beyond the limits of the present study. Let it therefore suffice to mention that while vegetative propagation and the building of novel isolators do open up new possibilities, we cannot yet speak of having overcome all the difficulties.

The use of heterosis in facultatively allogamous plants that cannot be castrated

Directed intensification of selective fertilization and heterotic effect impart new ways to the production of more viable, more resistant hybrid strains of great performance. The results achieved with beet go to prove that heterosis can be used in a much wider circle than has been generally believed, and that

it leads to remarkable results not only in plants lending themselves readily to castration, but also in facultatively allogamous plants that cannot be castrated, such as cabbages, rapes, carrots, turnips, chicory, beet, a. s. o. However, different procedures require to be employed in each case, and the most efficacious and practically applicable methods of intensifying selectivity and heterotic effect cannot be worked out unless the physiology and the flowering conditions of each individual plant species are most carefully studied.

The use of heterosis in allogamous plants which cannot be castrated is something that goes beyond the customary limits of plant breeding. Proper selection of the parental partners is not sufficient. Pollination must be directed, selectivity must be increased, the relative percentage of the parents must be carefully chosen, diverse agrotechnical measures must be taken, also special seed growing and handling methods employed, if the percentage and the performance of the hybrids are to be improved, and possible injurious hybrid effects to be precluded. Thus, for instance, the germination inhibition in the otherwise very robust triploids must be eliminated by giving the seed balls *Burjanov's* treatment, by washing out the substances which block germination, securing thereby their vigorous shooting and their unfolding an increased vitality. By careful sorting it is possible to remove from the hybrid population at least a part of the smaller diploid and the larger tetraploid seed balls, and in this manner raise the percentage of the triploid hybrids. By an adequate marking, e. g. by the use of beets with differently coloured leaves, the hybrids can be made recognisable and retained at thinning to ensure the uniformity of the hybrid stand.

Obviously, then, the use of heterosis requires the application of numerous different procedures, which are conducive to a rise in the vitality and the percentage of the hybrids not on a genetic, but a physiological basis.

In conclusion, it is well to keep in mind that increased hybrid vigour cannot be attained unless the combined direction of hereditarily transmitted and newly acquired features is supplemented with hygienic seed growing, careful threshing, storing, sorting, and handling. Only the concerted action of all these measures can bring about unimpaired vigorous development, greater yield, and better quality.

One of the significant results of the experiments conducted for several years is the recognition that a much wider scope is to be given to plant breeding and every conceivable method is to be employed in the interest of better seed production, if we are to realise the almost boundless potentialities inherent in the prudent use of heterosis.

Summary

With beet, like with other cultivated plants, increased performance and intensified viability is attainable not in the homo-, but in the heterozygous state. Since large scale artificial castration cannot come into consideration, a prerequisite of the use of heterosis in breeding is selective fertilization, which upon the free flowering of two beet varieties or strains results in considerably more hybrids among the progeny than the 50 per cent which can be expected on the basis of the probability calculus.

Selectivity can be improved by its artificial intensification, and by choosing hereditarily selective partners. An increase in the percentage of hybrids is attainable by a prudent choice of the ratio between the parental partners.

Various methods have also been elaborated to increase hybrid vigour. These include the rearing of the parental partners under differing environmental conditions, the crossing of first flowers, and the directed intensifying of the contradictions between the gametas.

Author deals chiefly with this last point, and proves with his own experiments that free selective crossbreeding of cultivated beets with differing chromosome numbers can yield very robust and productive hybrid populations. He briefly describes the methods of producing such «mule beets» and brings evidence to show that heterosis, which proved successful in beet breeding, can also be used to advantage in breeding other facultatively allogamous plants that cannot be castrated.

REFERENCES

1. Abegg, A. A., Stewart, D., Coons, G. H.: Further studies on sugarbeet-autotetraploids. Proc. Am. Soc. Sugar Beet Techn. 223—290, 1946.
2. Armstrong, J. M.: Production and value of polyploid field roots. Sci. Agric. 22, 787—798, 1942.
3. Ashton, T.: The use of heterosis in the production of agricultural and horticultural crops. I. A. B. Cambridge, 1946.
4. Babadjanian, G. A.: Elective fertilizing capacity of cultivated plants. Publication of the Academy of Sciences of the Armenian S. S. R. 1947.
5. Baranov, P. A.: Polyploidy in the service of Soviet agriculture. Bot. Journ. 39, 157—179, 1954.
6. Blakeslee, A., Avery, P.: Methods of inducing doubling of chromosomes in plants by treatment with colchicin. Science, 86.408, 1937.
7. Bogyó, T.: The role of polyploidy in the evolution and distribution of species, with special reference to plant breeding. Budapest, 1941 (Hungarian only).
8. Briitikov, E. A.: Some peculiarities of pollen germination and anther growth in stigmal tissue. Akad. Nauk. U. S. S. R. Dep. Biol. Moscow, 1, 121—134, 1952.
9. Coons, G. H., Stewart, D.: U. S. 200×215, a new sugarbeet variety resistant to leaf spot. sug. I. U. S. Dep. Agr. Washington D. C. 1940.
10. Coons, G. H.: Report of 1939 tests of U. S. 200×216. Proc. Am. Soc. Sug. Beet Techn. 165—68, 1942.
11. Coons, G. H.: Report on 1941 tests of U. S. 200, U. S. 215×216, and other varieties arising in leaf spot-resistance breeding investigations of the U. S. Dep. of Agr. Proc. 3rd Am. Soc. Sug. Beet Techn. 356—64, 1943.
12. Deming, G. W.: Proc. of Sixth Meeting of the Am. Soc. of Sugar Beet Techn. 1950. — Ref. Plant Br. Abstr. 21. 926, 1951.
13. Doxtator, C. W.; Skuderna, A. W.: Some crossing experiments with sugarbeets. Plant Br. Abstr. 15. 1089, 1942.
14. Doxtator, C. W., Skuderna, A. W.: Crossing experiments in sugar beet lines. Plant Br. Abstr. 18. 1. 359, 1946.
15. Ernould, L.: L'autopolyploidie expérimentale chez la betterave. Publ. Inst. Belge pour l'Amélior. Bett. 14. 205—207. 1946.
16. Ernould, L.: La variabilité comparée des betteraves sucrières diploïdes mâle-steriles et tetraploïdes. Publ. Inst. Belge pour l'Amélior. Bett. 19. 135—145. 1953.
17. Feltz, H.: Untersuchungen an diploiden und polyploiden Zuckerrüben. Zeitschr. f. Pflztg, 32. 3, 275—297, 1953.
18. Fife, J. L.: The action and use of colchicin in the production of polyploid plants. I. A. B. Cambridge. 1939.
19. Frandsen, K. J.: Colchicininduzierte Polyploidie bei Beta vulgaris. L. Züchter 11, 17—19. 1939.

20. Györfly, B. : Die Colchicinmethode zur Erzeugung polyploider Pflanzen. *Züchter* 12, 139—149, 1940.
21. Havas, L. : A colchicin chronology. *Journ. of Hered.* 31, 115—117, 1940.
22. Hertzs, W. : Beobachtungen an polyploider *Vicia villosa*. *Zeitschr. f. Pflztg.* 30, 2, 1951.
23. Ivanov, A. P., Sisov, I. A. : Plant breeding and seed growing. (Hungarian trans from Russian) Agricultural publishing house, Budapest. 1952.
24. Josefson, A. : Tetraploidia rovor förädling och forsök vid Sveriges Utsedesförening. *Sveriges Utsedesförenings Tidkrift.* 13, 165—180, 1953.
25. Jurjev, V. J. : Improvement of cultivated plants and seed growing. (Hungarian transl. from Russian) Agricultural Publishing House, Budapest. 1952.
26. Karetsko, E. J., Savickaia, H. : *Plant Br. Abstr.* 3, 133, 1932.
27. Kloen, D., Speckmann, G. J. : The creation of tetraploid beets. *Euphytica.* 3, 187—196. 3. 1. 35—43, 3. 2. 154—160, 1954.
28. Kuzmina, N. E. : On the chromosomes of *Beta vulgaris*. *L. Trudy Prikl. Bot. i Selec.* 17. 241, 1927.
29. Levan, A. : The effect of chromosomal variations in sugarbeets. *Hereditas* 28. 345—399, 1942.
30. Levan, A. : Jämforande undersökning över utvecklingen av diploid och tetraploid sockerbeta och foderbeta. *Sveriges Utsädesförenings Tidkrift.* 53. 215—238, 1943.
31. Levan, A., Olsson, P. A. : On the decreased tendency for bolting in tetraploids of mangels and sugar beets. *Hereditas* 30. 253, 1944.
32. Levan, A. : Poliploidförädlingens nuvarande läge. *Sveriges Utsädesförenings Tidkrift.* 55. 109—45, 1945.
33. Levan, A. : A haploid sugarbeet after colchicin treatment. *Hereditas.* Lund, 1945.
34. Lysenko, T. D. : *Agrobiology.* Foreign Languages Publishing House. Budapest, 1954.
35. Lüdecke, H. : Fragen der Zuckerrübenzüchtung und des Anbaues in Bezug auf die Verarbeitungsfähigkeit. *Zucker* 7. 525—530, 1954.
36. Martens, P.; Decoux L., Ernould, L. : Obtention par la colchicine des betteraves sucrières triploides et tetraploides. *IBAB.* 4. 251, 1944.
37. Matsumura, S., Mosizuki, A., Suzuka, O. : Cytological and genetical investigations with sugar beet. III. The sugar content of intervarietal hybrids and polyploids. *Seiken Jiho.* 1950. 4. 1—11 (*Plant Br. Abstr.*) 1952.
38. Matsumura, S., Mosizuki, A. : Improvement of sugar beet by means of induced tetraploidy. *Jap. Journ. of Genetics* 28. 2. 47—56 (*Plant Br. Abstr.*) 1953. 1950. 4. 1—11 (*Plant Br. Abstr.*) 1952.
39. Mihajlova, P. V. : Individual and strain in elective fertilization. *Journal obshey biologii.* 12. 6. 408—422, 1951.
40. Mosizuki, A., Matsumura, S. : Cytological and genetical investigations with sugarbeet in triploids and their yields. *Seiken Jiho.* 1950. 4. 12—16 (*Plant Br. Abstr.*) 1952.
41. Oláh, L. : La fecundacion de *Beta vulgaris*. *Rev. Invest. Agric. B. Ayres.* 4. 427—36, 1950.
42. Owen, F. V. : Cytoplasmically inherited male sterility in sugar beet. *J. Agr. Res.* 71. 423, 1945.
43. Peto, F. H., Boyes, J. W. : Comparison of diploid and triploid sugarbeets. *Canad. Journ. of Res.* 18. 273—282, 1940.
44. Peto, F. H., Hill, K. W. : Colchicin treatments of sugar beets and the yielding capacity of the resulting polyploids. *Proc. Am. Soc. Sugar beet Techn.* 287—295, 1942.
45. Petrujna, M. I. : Elective capacity in the fertilization of sugar beet. *Agrobiologia* 5. 29—36, 1954.
46. Rasmusson, J., Levan, A. : Tetraploid sugarbeets from colchicin treatment. *Hereditas* 25. 97—102, 1939.
47. Rasmusson, J. : Autotetraploid sugar beets vitality changes in subsequent generations. *Hereditas* 34. 1—2. 257—269, 1953.
48. Richey, F. D. : The experimental basis for the present status of corn breeding. *Journal of the American Society of Agronomy* 14. 1—2, 1922.
49. v. Rosen, G. : Problems and methods in the production of tetraploids within the genus *Beta*. *Svenska Sockerfabr. A. B.* 5. 199—211.
50. Sedlmayr, K. : Beet improvement. Incl. in *Villax, Ö.* : *Plant breeding.* Vol. II. 296—344, 1947 (Hungarian only).
51. Sedlmayr, K. : On polyploid *Beta* beets (Lecture delivered in Hung. Biol. Assoc. Bot. Dept. on Nov. 30, 1954).
52. Schlösser, L. A. : Untersuchungen an autopolyploiden Zuckerrüben. *Zeitschr. der Wirtschaftsgruppe Zuckerind.* 90. 88—106, 1940.

53. *Schlösser, L. A.* : Kleinwanzlebener Poly. Zucker 18. 382—384, 1951.
54. *Schwanitz, F.* : Die Herstellung polyploider Rassen bei Beta-Rüben und Gemüsearten durch die Behandlung mit Colchicin. Züchter 19. 278—290, 1938.
55. *Schwemmle, J., Koepchen, W.* : Weitere Untersuchungen zur selektiven Befruchtung. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre 85. 307—346, 1953.
56. *Stewart, D., Davis, C. A., Coons, G. H.* : Hybrid vigor in sugarbeets. I. Agr. Res. 60. 715—38, 1940.
57. *Stewart, D., Gaskill, I. O., Coons, G. H.* : Heterosis in sugarbeet single crosses. Plant Br. Abstr. 18. 1. 360, 1948.
58. *Straub, J.* : Wege zur Polyploidie. Berlin-Nikolassee. Borntraeger Verl. 1950.
59. *Turbin, N. V.* : The fundamentals of genetics and breeding. (Hungarian transl. from Russian) Agricultural Publishing House, Budapest, 1952.

ГЕТЕРОЗНАЯ СЕЛЕКЦИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ СВЕКЛЫ BETA VULGARIS

К. СЕДЛЬМАЙР

Резюме

У свеклы, — подобно другим культурным растениям — самые большие результаты, повышенная жизнеспособность, достигаются не в гомозиготном, а в гетерозиготном состоянии. Однако ввиду того, что не может быть речи об искусственной кастрации в крупном масштабе, то предпосылкой гетерозной селекции является селективное оплодотворение, дающее при свободном выцветании двух сортов свеклы или двух племен в последующем поколении в процентном отношении значительно больше гибридов, чем ожидаемый на основе расчета вероятности 50% результат.

Селективность можно улучшить выбором унаследуемо селективных партнеров, искусственным повышением селективности, а числовое соотношение гибридов можно повысить правильным выбором соотношения родительских пар.

Для повышения гибридного эффекта были разработаны различные методы. Такими являются выращивание родительских пар в различной среде, скрещивание первых цветков и направленное повышение противоположности гамет.

Автор занимается особенно последним вопросом и доказывает на основании своих собственных опытов, что свободным селективным скрещиванием разнотелосомных культурных свекл получают чрезвычайно жизнеспособные плодоносные популяции гибридов.

Автор вкратце излагает способ получения таких гибридных свекл, указывая на то, что оправдавшаяся у свеклы гетерозная селекция успешно применима также и у других некастрируемых факультативно перекрестно опыляемых растений.

HETEROSISZÜCHTUNG BEI BETA VULGARIS

Von

K. SEDLMAYR

Zusammenfassung

Spitzenleistungen und gesteigerte Vitalität kann, wie bei anderen Kulturpflanzen, auch bei Rüben nicht im homo-, sondern im heterozygoten Zustand erreicht werden. Eine Vorbedingung der Heterosiszüchtung ist aber — da von einer künstlichen Kastrierung im Grossen keine Rede sein kann — die selektive Befruchtung, die im Falle eines spontanen Abblühens von zwei Rübensorten oder Rübenstämmen bei der Nachkommenschaft einen bedeutend höheren Prozentsatz ergibt, als auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung (50%) zu erwarten wäre.

Die Selektivität kann durch Auslese erbbeständiger selektiver Paare, durch künstliche Steigerung der Selektivität verbessert und durch die richtige Auswahl des Verhältnisses der Elternpaare das Zahlenverhältnis der Hybriden erhöht werden.

Auch zur Steigerung des Hybridisationseffektes wurden verschiedene Methoden ausgearbeitet. So z. B. die Aufzucht der Elternpaare in verschiedener Umgebung, die Kreuzung der ersten Blüten und die Steigerung der genetischen Unterschiede zwischen den Gameten.

Der Verfasser befasst sich eingehend mit der letzteren Frage und bestätigt auf Grund eigener Versuche, dass durch selektive Kreuzung von Kulturrüben mit verschiedener Chromosomenzahl ausserordentlich vitale, ertragsfähige Hybridpopulationen entstehen können. Die Erzeugungsmethoden solcher «Maultierrüben» werden kurz beschrieben und es wird darauf hingewiesen, dass die bei der Rübe bewährte Heterosiszüchtung auch bei anderen, nicht kastrierbaren, fakultativ allogamen Pflanzen mit Erfolg angewandt werden kann.

ÉTUDE SUR LA VARIABILITÉ ET LA FÉCONDITÉ DES TYPES FLORAUX DU CÉPAGE DE KADARKA

Par
P. KOZMA

ÉCOLE SUPÉRIEURE D'HORTICULTURE ET DE VITICULTURE BUDAPEST

(Reçu : le 12 mai, 1955)

Caractérisation générale du cépage de Kadarka

Le cépage de Kadarka est l'un des facteurs les plus importants de la viticulture de la Hongrie, puisqu'il est cultivé sur le territoire le plus étendu, environ sur 90,000 arpents, donc sur près d'un quart du territoire soumis à la viticulture.

Sa productivité en fait un cépage de cuve qui donne un excellent claret et, dans les bonnes années, un vin rouge de première qualité.

Selon les régions il est connu dans notre pays sous plusieurs appellations : dans le comitat de Bihar : *Noir de Jene* (jenei feketé), dans le comitat de Nógrád : *Raisin turc* (török szőlő), et dans les environs de Pécs : *Noir de Buda* (budai feketé). Il est surtout répandu dans les régions vinicoles de l'Alföld, de Szekszárd, Villány—Siklós, Eger, Gyögyös-Visonta. Les crus de Kadarka de Szekszárd, Eger, Villány, Kecskemét, Hajós, Tisza-kürt etc. sont aussi connus au delà des frontières de la Hongrie.

Le Kadarka provient des Balcons. A la base de ses caractères morphologiques, il peut être classé parmi les cépages *Vitis vinifera ssp. sativa proles pontica subproles balcanica* Negr. (13), et *Vitis byzantina x mediterranea* Andras (1). En Bulgarie on le connaît sous le nom de *Gamza*, *cserna gizza*, *cserno meko*, en Roumanie on l'appelle *Negru moale*, en Yougoslavie *szkadarka*, *mekis*, *csetereska* (11). Il est parvenu en Hongrie des Balcons à l'époque de la domination turque, ce sont probablement les Slaves du Sud (serbes) venus s'établir en Hongrie qui l'ont introduit, et qui ont commencé sa culture (15). Peu à peu le Kadarka gagna du terrain aux dépens des cépages noirs à vin rouge cultivés jusqu'alors (p. ex. csókaszőlő) et il se répandit bientôt sur un territoire étendu. Sa propagation a aussi été favorisée par le goût général d'alors qui préférait les vins rouges (rosés) aux vins blancs.

Le Kadarka n'a pas perdu de sa valeur. Les aptitudes les plus importantes de cette vigne : productivité, bouquet caractéristique des vins qu'elle donne, robustesse et vigueur de la souche, rapidité de sa croissance, facilité de la conduite sans tuteurs, pouvoir d'adaptation aux différents sols, en font, en dépit

de certaines particularités défavorables, l'un des principaux cépages de la Hongrie. Cette vigne mérite d'avoir gagné du terrain sur les autres cépages.

A côté de ses propriétés favorables, ce cépage possède aussi des particularités désavantageuses : d'abord son abondance en variétés qui fait qu'on ne trouve guère en Hongrie une plantation de vignes Kadarka dont la population soit homogène.

La variabilité du Kadarka se montre aussi bien dans ses caractères morphologiques que dans ses propriétés biologiques.

Dans l'exposé qui va suivre nous examinerons donc en premier lieu la fleur. Comme nous le verrons en détail par la suite, bien que ce cépage porte régulièrement des fleurs hermaphrodites, on peut constater dans les plantations toutes les variétés des types floraux : androïdes, gynoides, anormales, de même que les variétés à grappes fournies («Kadarka noble») (Nemes Kadarka) et à grappes coulardes. C'est en se basant sur les fleurs qu'au siècle dernier nos viticulteurs ont donné à ce cépage le nom de Kadarka «mâle» et «femelle». La couleur des baies du Kadarka varie aussi : il y en a des blanches, des isabelles et des bleues. La forme des baies varie également, mais d'une façon moins frappante.

Une qualité défavorable de la baie consiste en ce que dans les années froides et pluvieuses, sa teneur en substance colorante est minime. En plus à la suite de pluies, à l'époque de la maturation, la pellicule se fend facilement et par conséquent le rendement peut subir des pertes considérables dues à la pourriture.

Non seulement les fleurs et le rendement du Kadarka varient, mais les feuilles présentent aussi des différences. C'est en se basant sur les feuilles que nos viticulteurs désignent ce cépage sous les noms divers de : «Kadarka à feuilles croisées» (kereszteslevelű kadarka), «Kadarka pied plat» (lúdtalpú kadarka) et «Kadarka à feuilles coriacées» (kordoványos kadarka).

Il est intéressant de noter que bien que le cépage soit répandu en Bulgarie — les ouvrages ampélographiques ne font pas mention d'une telle variabilité. Ce sont probablement nos conditions climatiques spécifiques et les propriétés physiques du sol qui ont rendu possible le développement de cette abondance des formes, et c'est l'action des facteurs externes qui, en Hongrie — limite nord de culture — est responsable de la variabilité du cépage. En tout cas cette question mérite d'être étudiée avec soin.

Bien que la richesse en variétés du Kadarka soit connue de longue date, et que même les plantations de dimensions plus restreintes abondent en variétés, la question de ce cépage n'a pas été étudiée à fond. Aujourd'hui cependant, quand nous nous sommes fixés pour tâche de reconstruire les plantations de vignes, l'étude approfondie des cépages s'impose, et entre autre celle du Kadarka.

Il est nécessaire de soumettre les variétés à un examen comparatif afin de reconnaître leurs valeurs culturelles. C'est seulement après cet examen que la multiplication des meilleures variétés et l'évincement des variétés de qualité

inférieure deviendront possibles. Dans l'intérêt de la productivité du travail et de la réduction des frais de culture il faut utiliser au maximum les possibilités inhérentes au cépage, car l'exploitation de la surface productive sur une grande échelle ne peut être réalisée que de cette manière.

La valeur des variétés à l'intérieur du Kadarka peut être caractérisée en premier lieu par la variabilité de leur fructification. La variabilité des autres aptitudes n'affecte en rien la valeur culturale du cépage. Phénomène connu des viticulteurs : certaines souches sont pleines de fleurs, mais celles-ci coulent chaque année sans nouaison. Certaines souches portent de belles grappes bien fournies, et des grappes qui n'ont qu'une ou deux baies ; une année certaines souches donnent une récolte acceptable, l'année suivante elles ne portent pas de fruits ; certaines souches portent tous les ans un grand nombre de fleurs, d'autres par contre n'en portent que très peu. Pour comprendre cette grande divergence dans la fécondité des souches il faut étudier avec soin les particularités structurales et physiologiques des types floraux du cépage. Ceci fait, on sera en mesure d'entreprendre sciemment l'amélioration par sélection de la valeur culturale du Kadarka et d'obtenir des résultats.

A base de ces considérations nous nous sommes assigné la tâche d'étudier les types floraux du Kadarka, la variabilité des types floraux, ainsi que la corrélation entre les types floraux et certains caractères structuraux des feuilles. Au moyen de cette étude nous nous proposons de mettre au point les bases théoriques de la sélection rapide et efficace du cépage de Kadarka.

Types floraux de la vigne

L'étude approfondie des fleurs de la vigne s'est imposée vu l'importance théorique et culturale de leur structure anatomique et de leurs propriétés biologiques. Cela explique que d'éminents botanistes, physiologistes et viticulteurs ont procédé à des recherches sur la fleur de la vigne. C'est à l'issue de ces travaux qui datent virtuellement de 167 années, que nous avons appris à connaître la structure intérieure et extérieure de la fleur de la vigne, ainsi que ses nombreux phénomènes physiologiques.

Les lambrusques sont physiologiquement bisexuelles, c'est à dire qu'elles ont des individus portant des fleurs mâles et des fleurs femelles. Les individus à fleurs femelles ne sont capables de fructifier que s'ils sont fécondés par le pollen des fleurs mâles portés par le vent.

Parmi les cépages des vignes cultivées (*Vitis vinifera* ssp. *sativa*) nous connaissons des cépages à fleurs physiologiquement femelles et des cépages à fleur hermaphrodites. Les cépages à fleurs physiologiquement mâles ne se rencontrent tout au plus que dans les populations hybrides, mais ils ne sont pas admis dans la culture. Le fait que la vigne sauvage peut avoir deux sexes et que les cépages cultivés peuvent en avoir trois a amené à se poser la question :

comment se sont formées les variétés à fleurs hermaphrodites dans la vigne cultivée?

La découverte des types floraux intermédiaires et leur étude approfondie a été d'une grande portée, aussi bien du point de vue théorique, que du point de vue pratique. L'étude des types floraux intermédiaires et les examens génétiques ont permis d'expliquer la formation des cépages à types floraux hermaphrodites.

Ráthay (16) avait déjà étudié à fond les types floraux intermédiaires de la vigne et nous pouvons résumer ses conclusions comme suit :

1. Sur des individus à fleurs femelles il n'apparaît que des fleurs femelles et jamais des fleurs à forme hermaphrodite ou intermédiaire.
2. Les individus à fleurs mâles ne portent jamais de fleurs femelles, mais à côté des fleurs mâles ils portent quelquefois des fleurs hermaphrodites ou intermédiaires.

3. Dans l'inflorescence des individus à fleurs hermaphrodites on ne trouve jamais de fleurs femelles par contre à côté des fleurs hermaphrodites apparaissent souvent des formes florales mâles et intermédiaires dans la même inflorescence, ou dans l'une des autres inflorescences de la souche.

En partant de ces constatations, *Ráthay* a établi que les variétés hermaphrodites de la vigne cultivée proviennent de vignes à type floral mâle.

Après *Ráthay* *Breider* et *Scheu* puis *Levadoux* ont fait des recherches approfondies sur les types floraux intermédiaires et sur la variabilité des fleurs.

Selon les examens de *Breider* et *Scheu* (3) on rencontre très rarement des souches portant des fleurs entièrement identiques. Ils ont établi que sous l'influence du temps et d'autres facteurs externes, la régression des filets des fleurs fonctionnellement femelles peut être plus ou moins accusée. Dans certains cas les filets peuvent même se relever complètement. Toutefois ils n'ont pas encore trouvé de fleurs hermaphrodites ou mâles dans une inflorescence à fleurs femelles. D'après leurs observations les fleurs des cépages eurasiens à fleurs femelles (p. e. Madeleine angevine) sont plus variables que celles des cépages américains. En étudiant les différents cépages à fleurs mâles, ils ont établi que les fleurs des variétés *Vinifera* et *Riparia* à fleurs mâles et celles de leurs hybrides sont beaucoup plus variables que celles des hybrides *Rupestris*. Tandis que chez les variétés *Riparia* ils ont réussi à trouver, depuis la fleur mâle jusqu'aux fleurs à stigmate faiblement développé, tous les types floraux intermédiaires, ainsi que les variétés de la fleur femelle, de la fleur mâle et des fleurs hermaphrodites, chez les variétés de *Rupestris* ils n'ont pu observer, à côté des fleurs exclusivement mâles, que des fleurs mâles possédant des ovaires légèrement plus développés. Chez les individus à fleurs hermaphrodites *Breider* et *Scheu* ont reconnu en dehors de la modification dans la direction de la fleur mâle, la modification vers la fleur femelle. Extérieurement ceci se manifeste par un certain degré de recourbement des filets après l'efflorescence. Au cours

de l'examen des souches à fleurs femelles ils ont toujours trouvé des fleurs aux filets redressés, apparemment hermaphrodites. La modification de la fleur féminine vers la fleur hermaphrodite est plus faible que celle de la fleur masculine vers la fleur hermaphrodite et vice versa.

Breider et *Scheu* ont mis en système les types floraux. Dans ce système ils ont classé en premier lieu la fleur femelle et ses types intermédiaires progressant vers la fleur hermaphrodite, puis la fleur mâle et ses types intermédiaires qui se rapprochent des fleurs hermaphrodites, enfin les fleurs hermaphrodites et leurs types intermédiaires progressant dans la direction des fleurs femelles. Les types floraux sont désignés par des chiffres arabes, et en tout on en a classé neuf.

D'après *Levadoux* (7) la cause de la variabilité doit être recherchée dans le génotype et dans l'action du milieu.

Une année *Levadoux* a observé dans une inflorescence de *Riparia* rouge composée de fleurs mâles l'apparition de baies contenant des pépins. Ces baies ont été nouées par des fleurs hermaphrodites présentes entre les fleurs mâles. Dans un autre cas il a constaté la présence de fleurs mâles sur la souche du cépage *Isabelle*. D'après *Levadoux* les formes intermédiaires sont plus fréquentes dans les inflorescences du *Riparia* que dans celles du *Berlandieri* et *Rupestris*. De plus il a observé que dans les inflorescences se développant sur les boutures des cépages hermaphrodites, on remarque souvent la présence de types floraux mâles et intermédiaires. Dans ces cas il n'est pas question du rabougrissement des organes reproductifs de la fleur, mais de la masculinisation du type floral.

D'après les observations de *Levadoux* la fleur féminine est moins variable que la fleur masculine. Il est vrai que parmi les fleurs femelles il a aussi observé des formes apparemment intermédiaires entre la fleur femelle et la fleur de type hermaphrodite, mais ce ne sont des formes intermédiaires que morphologiquement, physiologiquement il n'y a pas de forme intermédiaire se rapprochant des fleurs mâles et hermaphrodites.

Levadoux a aussi classé les types floraux, mais différemment de *Breider* et *Scheu*. Il commence par la fleur mâle et ses modifications intermédiaires en se dirigeant vers le type hermaphrodite, il continue par les variétés des types floraux hermaphrodite et ses types intermédiaires passant vers la fleur femelle, et il termine par les variétés du type floral femelle. Il désigne les types par des lettres grecques.

Les formes autofertiles de *Vitis amurensis* Rup. (7) décrites par *Ruprecht* et *Maximovicz* (1857) puis par *Regel* (1861) représentent un phénomène curieux. Ces formes sont considérées par les uns comme plantes mâles, et par les autres comme des plantes hermaphrodites, vu que normalement elles portent à la fois des fleurs hermaphrodites et des fleurs mâles. Un phénomène similaire peut être observé chez le cépage de *Couderc* 3105 et aussi à l'intérieur du genre *Pterisanthes* *Blum*.

Il faut signaler que d'après certaines observations la fleur au type hermaphrodite peut aussi se modifier fortement sous l'influence du milieu. Ainsi on a remarqué (*L. R. Detjen*, 1917) que dans un milieu cultural, une variété de *Muscadinia* portait des fleurs hermaphrodites, livrée à l'abandon, son ovaire marqua une régression sensible, ses stigmates perdirent leur pouvoir fonctionnel et lentement elles se transformèrent en fleurs mâles. Le cépage America, qui en Columbie est autostérile, est autofertile dans des régions Sud (*L. C. Whitten*, 1898).

Tupikov (1929 et 1939) a, au Turkestan, observé la présence d'un grand nombre de fleurs mâles stériles à côté des fleurs hermaphrodites dans l'inflorescence de Cabernet franc (7).

En Hongrie *S. Pettenkoffer* (14) et *Zs. Katona* (communication verbale) ont observé dans l'inflorescence du Kadarka et du Cabernet franc la présence de fleurs mâles parmi les fleurs hermaphrodites.

Les faits acquis au cours des recherches sur la biologie de la fleur de la vigne, ont permis la conception de théories se rapportant au développement des vignes à fleurs hermaphrodites, actuellement en culture. Certains auteurs, parmi lesquels *Kroemer*, *Moog*, *Bentham* considèrent les types hermaphrodites *Vinifera* comme des *hermaphrodites primaires*. D'après *Breider* et *Scheu* ainsi que d'après *Negrulj* et *Baranov* les vignes hermaphrodites cultivées sont de sexe complexe secondaire, ce sont des *deuterohermaphrodites*, qui sont produites par la sélection consciente des variétés à fleurs hermaphrodites (*aberrantes*) du *Vitis vinifera* ssp. *sativa* (4).

Baranov est d'avis (2) qu'il n'y a pas longtemps que la vigne s'est modifiée en plante dioïque. Les ancêtres les plus proches de la vigne (*Cissites*) portaient sans aucun doute des fleurs hermaphrodites ; et parmi les genres de *Vitaceae* cultivées actuellement, *Cissus* porte aussi des fleurs hermaphrodites. La voie conduisant de la fleur hermaphrodite à la dioecie pourrait d'après *Baranov*, être le résultat de l'adaptation à la fécondation par un pollen étranger. Il en vient à cette conclusion en se basant sur le fait, qu'on peut reconnaître chez les fleurs les caractères de la pollinisation par les insectes ou par le vent.

D'après l'opinion concordante des auteurs, les variétés à fleurs hermaphrodites des vignes cultivées tirent leur origine des vignes à fleurs mâles.

A côté des trois types primordiaux (physiologiquement mâle, femelle et hermaphrodite) et des formes intersexuelles des fleurs de la vigne, nous devons mentionner les types floraux se rencontrant rarement, décrites dans la littérature, et les fleurs anormales.

Dans la littérature on trouve beaucoup de descriptions de fleurs dont les pétales s'ouvrent en étoiles, et des fleurs se fécondant sans décapuchonnement. Les anomalies de certains organes sont aussi bien connues. Parmi les organes de la fleur l'étamine, le pistil, le calice et les pétales peuvent se développer d'une façon anormale, les étamines conservent leur forme de feuille, tandis qu'à leur extrémité les anthères se développent normalement et portent du

pollen fertile. Il arrive que l'ovaire soit formé de plus de deux carpelles. Quant aux «fleurs pleines» elles doivent leur apparence au calice, aux pétales, aux étamines développés en forme de feuilles et aux nectaires. Les fleurs anormales présentent de nombreuses formes. Certaines d'entre elles sont aptes à la fécondation : donc à la nouaison de baies, les autres sont infertiles et coulent après la floraison. Au point de vue de la culture, les souches à fleurs anormales sont pour la plupart sans valeur.

■ ■ ■ Müller-Thurgau (10), Ráthay (16), Merzsanyian (8), Steingruber (19), Sartorius (17), Molnár (9) et beaucoup d'autres se sont occupés du problème de la coulure pathologique des fleurs et des baies nouées, très important du point de vue de la pratique culturale.

La coulure peut tout d'abord être occasionnée par la structure de la fleur. Les fleurs femelles fleurissant sans décapuchonnement et les types floraux intermédiaires entre les types mâles et les types hermaphrodites, coulent pour la plupart sans fécondation. Il y a des fleurs femelles à floraison calyptrée qui peuvent être fécondées par le pollen étranger, mais il y en a d'autres qui ne peuvent pas l'être. Les fleurs fécondées donneront des baies, les fleurs non fécondées coulent, ou donnent des baies apyrènes sous l'influence stimulante de leur propre pollen.

Les troubles des fonctions vitales survenant pendant la morphogenèse, sous l'action défavorable du milieu, peuvent aussi provoquer la coulure en arrêtant le développement du pollen et des ovules.

La souche est particulièrement sensible à l'insuffisance alimentaire survenant lors de la formation de la fleur. La croissance excessive de rameaux peut aussi causer la coulure des fleurs, comme on peut l'observer après une fumure abondante, sur des porte-greffes vigoureux, en sol riche en eau, ou en sol fertile. En ce cas les matières élaborées se portent vers le sommet végétatif, d'autre part il se produit une modification de proportion de l'eau et des substances photosynthétiques, et les fleurs coulent par suite d'une alimentation défavorable. La connaissance des causes de la coulure a permis l'élaboration des moyens pour l'éviter. La littérature mentionne les types floraux du cépage de Kadarka et traite de sa fertilité en général.

F. Schams publie dans un de ses ouvrages que le Kadarka bleu dont l'un des organes reproductifs est atrophié, est quelquefois coulard (18).

D'après Ráthay la coulure du Kadarka peut être occasionnée par les formes de fleurs qui ne se fécondent pas, fleurs mâles et intermédiaires présentes dans l'inflorescence consistant surtout de fleurs hermaphrodites. D'après l'observation de Ráthay il arrive quelquefois que certaines parties de la fleur s'accroissent hors de proportion. P. e. l'ovaire croît plus fortement que les pétales, par conséquent l'ovaire perce la corolle et le stigmate traverse la surface. Étant donné qu'il est impossible que du pollen fertile parvienne sur le stigmate, les fleurs coulent.

D'après Molnár (9) le *Kadarka mâle* porte beaucoup de fleurs et de fruits, le *Kadarka femelle* porte peu de fleurs, ses grappes deviennent très lâches, le *Kadarka coulard* porte beaucoup de fleurs, mais elles coulent et sur certaines grappes il reste à peine une ou deux baies, le *Kadarka fou* porte beaucoup de fruits. À un autre endroit de son livre il mentionne avoir trouvé, sur la souche du *Kadarka coulard*, des fleurs femelles à filets recourbés. D'autres ouvrages ampélographiques hongrois font aussi mention des variétés coulardes du *Kadarka*, les viticulteurs praticiens parlent aussi de *Kadarka* «mâle» et «femelle», de *Kadarka* «coulard» et de *Kadarka* «fou» (extrêmement fertile), sans cependant connaître les types floraux. Jusqu'à aujourd'hui ni les types floraux du *Kadarka*, ni la productivité de ces types, donc ni leur valeur culturale n'ont été étudiés à fond; c'est pourquoi les descriptions ne sont pas exactes.

L'auteur du présent ouvrage a déjà publié ses observations se rapportant aux types floraux du *Kadarka* (5,6) mais dans l'exposé qui va suivre il se propose de les examiner plus en détail.

Institution et méthode des examens

Au cours de l'année 1950, dans la ferme expérimentale de Miklóstelep faisant partie de l'Institut de Recherches Viticoles, nous avons, à titre d'orientation, fait des recherches sur une parcelle de *Kadarka* âgée de 8 ans. Ces recherches avaient pour objectif de reconnaître tout d'abord à l'intérieur du cépage portant surtout des types floraux hermaphrodites — sur la souche, les rameaux et la grappe — l'ampleur de la variation des types floraux et de mettre au point les causes structurales de la coulure des fleurs.

Au cours de nos examens nous avons examiné les fleurs de 766 souches. Les souches furent inscrites dans un registre à base de leur types floraux. Le but que nous nous propositions était de suivre avec attention pendant des années le développement des types floraux des souches et de leurs conditions de fécondations.

Vu que les souches et à l'intérieur des souches, les inflorescences, et à l'intérieur des inflorescences les fleurs ne fleurissent pas à la fois, l'observation de certaines souches de la plantation et de leurs inflorescences a eu lieu à plusieurs reprises. Les inflorescences furent observées une à une lors de la floraison. Nous avons dû faire le tour de la plantation trois fois pour observer les fleurs de chaque souche. L'investigation a donné de curieux résultats. Sur les différentes souches, mais aussi sur certains rameaux et dans certaines inflorescences de la souche on a remarqué toute une série de types floraux situés entre les types physiologiquement mâles et les types floraux hermaphrodites, les formes morphologiquement intermédiaires entre les fleurs hermaphrodites et les fleurs physiologiquement femelles, des fleurs apparemment hermaphrodites mais à pollen infertile, et des fleurs à structure anormale extrêmement différentes.

En 1951, nous avons examiné à nouveau les souches inscrites au registre en 1950. Le résultat des examens nous a permis de conclure à la variabilité de certains types floraux. Les observations de 1950 et 1951 se sont passées sans encombre, par contre au printemps de 1952 la gelée tardive ayant détruit les rameaux de la parcelle enregistrée, cette année là les observations n'eurent pas lieu. Au printemps de l'année 1953 on procéda à des investigations dans la même parcelle et dans une deuxième parcelle désignée dans une autre plantation de *Kadarka*. Les souches de cette nouvelle parcelle expérimentale avaient à peu près 40—50 ans, donc elles étaient plus âgées que les souches de la parcelle précédente et se trouvaient sur un territoire plus abrité. Dans cette parcelle le nombre des souches tenues en observation était de 209. Pour discerner les deux parcelles nous désignerons la première parcelle par A., et la seconde parcelle par B.

Comme dans les années précédentes — les observations se sont étendues à la formation des types floraux, mais nous avons aussi examiné les conditions de fécondation de chaque

type floral pris séparément, ainsi que la fructification de l'inflorescence composée de différents types floraux. La fructification de l'inflorescence fut établie à base de la qualité de la grappe. Pour évaluer la qualité de la grappe nous avons classé les grappes en cinq classes. Classe I — grappes très compactes, les baies bien gonflées se déforment dans la grappe, elles sont si rapprochées l'une de l'autre, qu'il n'est pas possible de voir la partie intérieure de la grappe. Classe II — Grappes à baies plus clairsemées qui en général ne se déforment pas ; les pédoncules sont visibles par endroit. Classe III — La grappe présente des lacunes de 2 à 3 cm de diamètre, l'axe de la grappe est également visible par endroit, donc la grappe est lacunaire, coularde. Classe IV — La grappe présente des lacunes de 4—5 cm de diamètre, elle est donc très coularde. Classe V — Sur l'axe de la grappe rien que quelques baies, l'axe de la grappe est pour ainsi dire visible dans sa totalité (dans la langue populaire les grappes IV et V sont appelées grappes «fripées»). A l'époque de la floraison nous avons aussi noté le nombre des inflorescences coulées en entier. Cela nous a permis d'estimer la valeur économique des grappes composées des différents types floraux.

En 1954 nous avons effectué dans les deux parcelles expérimentales enregistrées, des examens encore plus minutieux que les années précédentes. A l'époque de la floraison nous avons cueilli les inflorescences (séparément l'inflorescence inférieure et supérieure) des rameaux des souches à inflorescences composées de différents types floraux, et même celles de rameaux d'origine et de vigueur différentes (des gourmands forts et faibles, des rameaux inférieurs et supérieurs, des coursons de remplacement, c'est à dire des parties plus faibles ou plus robustes de la branche à fruit), nous les avons marquées chacune en particulier, puis nous avons groupé les fleurs à base de leur structure et nous les avons comptées.

Parallèlement à cet examen, nous avons, immédiatement avant la floraison, ensaché de différents types floraux dans des sacs en parchemin. Après l'efflorescence de la grappe, alors qu'environ 50 p. 100 des fleurs s'étaient ouvertes, et à la fin de la défloraison de l'inflorescence nous avons examiné le type floraux de l'inflorescence et nous les avons enregistrés numériquement. Nous avons aussi enregistré le nombre des fleurs tombées de l'inflorescence, selon la structure des fleurs. Deux semaines après la défloraison nous avons compté les baies nouées, de la grosseur d'un grain de poivre, restés sur la grappe. Cette observation nous a permis de nous orienter quant à la proportion de la fécondation des fleurs de différentes structures.

Une autre méthode reconnue plus apte est la suivante : nous avons coupé au moyen de ciseaux tous les types floraux, à l'exception d'un, des grappes en efflorescence. Ainsi il nous a été facile d'établir le pourcentage de fécondation du type floral.

Nous avons aussi examiné le pollen des types floraux à sec et en le faisant germer dans une solution de glucose à 10—15 p. 100. Pour l'examen nous avons recueilli le pollen en rassemblant sur un verre de montre la fleur prête à éclore ou les anthères des fleurs décapuchonnées. La germination fut effectuée sur une plaque en verre dans une chambre humide.

A l'époque de la floraison nous avons repéré sur les parcelles plusieurs des souches à type floral caractéristique, nous proposant d'effectuer sur elles en automne l'analyse quantitative et qualitative du rendement. Dans le choix des souches nous avons apporté une grande attention, pour que leur condition soit identique. En automne nous avons vendangé chaque souche séparément et après la vendange nous les avons examinées sans délai. L'examen s'est étendu à la classification des grappes par ordre de leur qualité, à la pesée des grappes, au comptage des baies : baies pyrénées et apyrènes, et baies nouées restées en vert, à la détermination du poids moyen des baies pyrénées et séparément des baies apyrènes, au mesurage de la longueur et de la largeur des baies, au comptage des pépins des baies pyrénées, à la détermination du poids à l'air sec des baies, de la matière sèche de la pulpe des baies, et de leur richesse en sucre. La classification qualitative des grappes a été effectuée par la classification décrite précédemment. La longueur de l'axe de la grappe a été mesurée en mm à partir de l'endroit où prennent naissance les premières ramifications jusqu'à l'extrémité de l'axe de la grappe. Nous avons noté le nombre de baies des grappes en tenant compte de la qualité des grappes et la longueur de l'axe de la grappe. Pour définir la teneur de la baie en matière sèche, nous avons, après le pressurage de l'ensemble des fruits des souches à différents types floraux, prélevé un échantillon du moût et nous avons pesé la matière sèche au moyen d'un réfractomètre à main. La richesse en sucre a été définie au moyen de la solution Fehling, en utilisant l'échantillon prélevé sur le moût.

Nous avons pris des photographies et exécuté des dessin des types floraux primordiaux révélés au cours des recherches, des formes de fleurs intersexuelles et anormales, des inflorescences, des sections anatomiques des fleurs, et de la fructification des inflorescences composées de différents types floraux caractéristiques. D. Migend et J. Zilai professeurs adjoints nous ont aidé à exécuter les photographies.

Mise au point des données

Comme nous l'avons déjà exposé dans le chapitre précédent, le but de nos investigations était d'étudier les types floraux du cépage, la proportion réciproque des types floraux intermédiaires, et *leurs conditions de fécondation* dépendant de l'origine et la vigueur des rameaux, donc leur valeur économique. En même temps nous nous sommes proposés d'observer comment les types floraux, les formes intermédiaires alternent au sein de la même souche pendant plusieurs années consécutives.

La *première tâche* de mise au point des données fût de systématiser les formes intermédiaires ou intersexuelles des types floraux observés et les fleurs à structure anormale.

Parmi les systèmes des groupement des types floraux élaborés jusqu'à présent, nous considérons celui de *Levadoux* comme le meilleur, car les types s'y succèdent dans leur ordre naturel (génétique). Nous ne trouvons cependant pas tout à fait juste la désignation des types. Toutes les fleurs classées dans le groupement du type, se succèdent par rapport à leur structure avec la même différence quantitative. De cette manière on ne peut pas comprendre pourquoi il désigne deux types floraux qui se succèdent par S_1 et par S_2 ou par $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ vu que ces types diffèrent dans la même mesure que les types α et β . C'est d'autant plus incompréhensible que cela ne sert même pas à la désignation de types légèrement dissemblables par rapport à leur structure, mais identiques physiologiquement. S'il avait désigné les types floraux à base de leurs caractéristiques structurales et physiologiques, alors les types floraux désignés par α, β et γ auraient pu être désignés par les signes α_1, α_2 et α_3 vu que ces trois types floraux sont physiologiquement des fleurs mâles.

Par contre *Breider* et *Scheu* n'ont pas lié étroitement les trois groupes de types floraux.

Nous nous sommes proposé de systématiser, de symboliser et de désigner les types floraux observés chez le cépage de Kadarka, d'une façon qui mette en relief leurs caractères physiologiques et structuraux. Notre systématisation des types floraux diffère des précédentes en ce que nous avons classé dans le système trois fleurs anormales de caractère femelle (fertiles anormales, s'ouvrant en étoile ou partiellement en étoile). Notre argumentation étant, qu'un groupement n'est précis que s'il est basé sur le caractère sexuel des organes reproductifs. Les propriétés structurales et physiologiques de ce type floral anormal, témoignent sans aucun doute de son caractère féminin. Les types floraux à sexe indéfinissable (fleurs anormales, infécondes) ont été classés séparément dans le système.

Le système des groupements des types floraux du Kadarka est représenté par le tableau I.

Tableau 1

1	Types floraux du cépage kadarka													
2	Symboles des types floraux													
3	Types structuraux des fleurs	Types floraux ANDROÏDES mâles | intermédiaires				Types floraux HERMAPHRODITES		Types floraux GYNOÏDES intermédiaires | femm.					Fleurs anormales rudimentaires	
4	Signes des types floraux	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	x
5	Types physiologiques	Types floraux physiologiquement mâles			Type physiologiquement intermédiaire	Types floraux physiologiquement hermaphrodites					Types floraux physiologiquement femelles			Fleurs anormales infertiles
6	Signes des types physiologiques	I.			II.	III.					IV.			V.
7	Boutons atrophiés impropres à la floraison.	Se rencontrent dans les inflorescences composées de n'importe quel type floral. Signe: 0												

La rubrique 1 du tableau montre les fleurs classées d'après leur degrés de développement. La rubrique 2 contient les symboles des différents types floraux. Ces symboles sont pour la plupart internationalement connus, cependant pour exprimer fidèlement le caractère structural et physiologique des types floraux on ne peut accepter les symboles appliqués jusqu'ici à certains types floraux. Ainsi p. e. le type désigné par *a* dans le tableau est symbolisé par ♂ et le type 1 par ♀. Ces symboles ne sont justes que physiologiquement, mais ils ne se referent pas aux particularités structurales. Pour cette raison nous employons le symbole ♀* pour désigner le type *a* et le symbole ♀ pour le type 1. Ces symboles se rapportent aussi au degré de développement des étamines et des carpelles. Pour la désignation des types *e* et *f* nous employons les symboles appliqués internationalement. Vu que le type *f* diffère du type *e* par sacapsule extrêmement développée, nous exprimons ce fait en désignant le type *e* par le symbole ♂ et le type *f* par le symbole ♂. Le type *g* est désigné par le symbole ♂ qui signale le recourbement d'une partie des filets. Le symbole ♂ désigne les types floraux gynoides, fertiles *h*. Les types floraux anormaux de caractère gynoides classés dans le groupe structural *i* sont désignés par le symbole ♂. Les pétales du type floral *j* s'ouvrent en étoile, nous l'avons désigné par le symbole ♂. Le type floral *k*, résultat de la régression ultérieure du type floral *j*, est désigné par le symbole ♂ : ses sépales ainsi que ses pétales entourent l'ovaire, pour la plupart du temps ils ne s'ouvrent pas, occasionnellement un ou deux pétales de quelques fleurs laissent apparaître l'anthère à filets courts, contenant du pollen infertile. La fleur anormale, complètement stérile est désignée par le symbole ⊙, aucun ses organes reproductifs ne s'étant développé normalement. Dans la rubrique 4 du tableau les types structuraux pris individuellement sont désignés par les lettres de l'alphabet latin *a*, *b*, *c*, vu que l'emploi étendu des lettres grecques apporterait des difficultés dans la pratique. Les lettres dans leur ordre de succession expriment les degrés de différence entre les types floraux se suivant dans le groupement des types. Étant donné que nous ne pouvons pas comprendre dans le groupement la dernière fleur du tableau qui est une fleur anormale infertile, nous l'avons désignée par le signe structural *x*. Dans la rubrique 5 du tableau nous avons marqué à quel type physiologique appartiennent les types structuraux précités. Dans la rubrique 6 nous avons désigné par des chiffres romains les types physiologiques : I pour les types physiologiquement mâles, II. pour les types représentant des formes intermédiaires entre mâles et hermaphrodites, III pour les types hermaphrodites, IV pour les types floraux physiologiquement femelles et V pour les fleurs fonctionnellement infertiles, anormales.

Dans la rubrique 7 du tableau nous avons indiqué que dans l'inflorescence composée de tous les types floraux, il se trouve un certain nombre de

* Pour la grandeur relative des symboles, v. le Tableau 1.

boutons à fleur qui sont insuffisamment développés et ne peuvent pas éclore. Nous avons désigné ces boutons par 0. Le nombre croissant des boutons 0 dans l'inflorescence est dû à la mauvaise alimentation au printemps à l'époque du développement floral. Donc il est nécessaire de les comprendre dans les observations, puisque leur pourcentage permet de déduire les variations causées par la mauvaise alimentation des types présents dans l'inflorescence.

Par rapport à l'analyse de la fructification d'un cépage, d'une parcelle, d'une souche la nécessité s'impose — comme nous le verrons dans la discussion des résultats — de mettre en système les types floraux de date récente, signalés ci-dessus. La systématisation des fleurs physiologiquement androïdes, des fleurs morphologiquement et physiologiquement gynoïdes, ainsi que des fleurs physiologiquement anormales caractéristiques et non caractéristiques est indispensable, aussi bien en théorie qu'en pratique. Cette systématisation est nécessaire au point de vue théorique afin de perfectionner les vues concernant les variations morphologiques et physiologiques des types, et de fournir un point de départ aux recherches ultérieures sur les causes physiologiques qui provoquent la variation des types. Par contre, dans la pratique elle est utile pour analyser la fécondation d'un cépage ou d'une plantation, p. e. dans l'appréciation de l'action des pratiques agrotechniques et du temps sur la structure, la fécondation des fleurs et par conséquent sur la fructification. En raison de la variabilité du cépage il faut aussi faire entrer en ligne de compte la proportion des modifications morphologiques des types physiologiques des fleurs. C'est que la proportion des types change dans la direction des types se trouvant à gauche et à droite du type considéré.

Les données enregistrées dans la parcelle expérimentale, ont été mises au point à base du groupement de types et des principes sus-mentionnés.

Vu que nous n'avons pas rencontré d'études similaires dans la littérature, la comparaison de la fructification des inflorescences composées de différents types floraux reste discutable.

En nous basant sur le registre à types floraux, nous avons fait la vendange en récoltant dans la parcelle les grappes des souches à types floraux physiologiquement identiques. Donc :

1. des souches à inflorescences composées principalement de types floraux à caractère androïde (*a*, *b*, *c*, *d*) et de fleurs hermaphrodites ;
2. des souches à inflorescences composées exclusivement ou principalement de fleurs du type hermaphrodite *e* ou occasionnellement d'un petit nombre de fleurs androïdes (*c*, *d*) ou du type floral hermaphrodite *f*.
3. des souches à inflorescences composées principalement du type floral hermaphrodite *f*, et en plus petit nombre de fleurs du type intermédiaire *d* ainsi que de fleurs femelles du type *g* ;
4. des souches à inflorescences composées des types floraux *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *j* ;
5. des souches portant des fleurs anormales partiellement fertiles ;

6. des souches à fleurs physiologiquement femelles de caractère gynoïde ;
7. des souches très fructifères, dites souches à feuilles croisées.

Le raisin vendangé séparément de cette manière fut ensuite pesé et qualifié par souche et par grappe, suivant la méthode décrite au chapitre précédent.

L'évaluation comparative des groupes des types floraux fut achevée à base de la fécondation des fleurs, de la compacité des grappes et du rendement moyen des souches.

Pour établir la comparaison à base de la fécondation, nous avons étudié d'une part le pourcentage de fécondation du rendement floral, et comparé les valeurs obtenues de cette façon. Nous dénommons pourcentage de fécondation effectif le pourcentage de fécondation du rendement floral.

Cependant le pourcentage de fécondation effectif ne nous renseigne qu'approximativement sur la compacité de la grappe qui se développe de l'inflorescence. Cela se conçoit, car même la formation d'une grappe entièrement compacte n'exige pas la fécondation de toute l'inflorescence, mais seulement celle — cela varie par cépage et d'après la grosseur de la grappe — d'une certaine fraction caractéristique. Dans la formation des grappes moins compactes ou lacunaires ce n'est qu'une toute petite fraction des fleurs qui y prennent part. D'où la nécessité d'établir, quel est l'indice de *fructification* des inflorescences qui est assuré par le *pourcentage de fécondation effectif*.

Nous entendons par fructification de la grappe son état de compacité déterminé par les conditions de fécondation des fleurs. L'indice de fécondation est le rapport entre le pourcentage des baies formées sur une grappe et la quantité des baies qui donneraient la compacité complète (fécondation complète) d'une grappe. Donc le pourcentage de fécondation effectif des fleurs est exprimé dans la culture par la fructification de la grappe, ou préalablement par le pourcentage de fécondation relatif. En partant de ces observations, nous avons exprimé les conditions de fécondation des groupements des types floraux par le pourcentage de fécondation effectif de leur rendement floral et par le pourcentage de fécondation relatif.

Après avoir déterminé et comparé le pourcentage de fécondation moyen des groupements des types nous avons calculé le pourcentage de fécondation effectif et relatif de la parcelle expérimentale *A*, en nous basant sur la proportion des souches de certains groupements de types. Nous désignerons le pourcentage de fécondation moyen de la parcelle par le terme niveau de fécondation. Le niveau de fécondation effectif exprime le pourcentage de fécondation effectif du rendement floral de l'ensemble de tous les groupements de types floraux, tandis que le niveau de fécondation relatif des inflorescences exprime le pourcentage de fructification moyen des grappes.

Étant donné que la détermination du pourcentage de fécondation relatif de la grande masse des grappes et de l'exacte mesure de leur fructification aurait impliqué un très long travail, il s'imposait d'examiner quel pourcentage

de fécondation relatif correspondait aux 5 échelons qualitatifs du procédé qualificatif rapide, décrit préalablement. Ceci fait il nous était facile d'établir — avec des *chiffres approximativement exacts* et bien caractéristiques pour les cépages — quel était le pourcentage de fécondation relatif des grappes récoltées.

Dans la spécification ci-après nous avons mis au point la corrélation entre la qualité de la grappe et le pourcentage de fécondation relatif. Il va de soi que cette corrélation n'est valable que pour le cépage de Kadarka.

Grappe de I ^e qualité :	pourcentage de fécondation relatif	.....	90—100 %
Grappe de II ^e qualité :	« « « «	.....	70—90 %
Grappe de III ^e qualité :	« « « «	.....	40—70 %
Grappe de IV ^e qualité :	« « « «	.....	20—40 %
Grappe de V ^e qualité :	« « « «	.....	1—20 %

Le pourcentage de fécondation effectif et relatif, le niveau de fécondation et le rendement floral — sans égard à son volume — caractérisent la valeur des groupements des types, mais ils ne disent pas grand'chose en ce qui concerne la *marche de la fructification* qui se traduit par le rendement. En considérant comme identiques les autres facteurs (climatiques, agrotechniques), le rendement floral moyen et son pourcentage de fécondation constituent la base du rendement moyen du groupement de types.

Nous avons caractérisé la fructification du groupement des types d'une part par le rendement moyen d'une souche du groupement. Partant de là nous avons calculé la fructification des groupements des types en les comparant les uns aux autres, nous avons procédé comme suit : en prenant 100 pour exprimer la fructification du groupement de type le plus fructifère, nous avons calculé la fructification des autres groupements de types par rapport à celui-ci. Ces valeurs donnent l'indice de fructification du groupement des types, qui pareillement au pourcentage de fécondation est très caractéristique. À base de la proportion, et de la fructification des souches des groupements des types sur la parcelle expérimentale, nous avons ensuite calculé l'indice de fructification moyen de la parcelle expérimentale, et nous l'avons appelé «niveau de fructification».

En résumé, nous avons fait l'évaluation comparative des groupements des types floraux en nous basant sur :

- a) le pourcentage effectif du rendement floral,
- b) le pourcentage relatif de fécondation,
- c) le rendement moyen des souches,
- d) l'indice de la fructification.

Nous avons en plus caractérisé la valeur culturale de la parcelle expérimentale A par

- a) le niveau de fécondation effectif,
- b) le niveau de fécondation relatif et par,
- c) le niveau de fructification

qui reflètent fidèlement la valeur culturale de la parcelle par rapport au meilleur groupement des types.

Discussion des résultats

a) Types floraux du cépage de Kadarka

Dans les tableaux 1 et 2, ainsi que dans les figures publiées, nous montrons l'aspect extérieur et anatomique des types floraux présents sur la parcelle expérimentale, de même que l'aspect des inflorescences composées des différents types floraux avant l'anthèse et pendant la floraison. Sur les quelque 1000 souches observées, nous avons rencontré tous les types normaux de la fleur de vigne et un grand nombre de ses variétés anormales.

Nous décrirons les types floraux du Kadarka chacun en particulier dans l'ordre visible dans la colonne 1 du tableau 1.

Tableau 2
Longueur du pistil et des filets des différents types floraux

Type floral	Longueur du pistil μ	Longueur des filets μ	$g : a$
<i>a</i>	600	2433	0,246
<i>b</i>	1047	2300	0,455
<i>c</i>	1276	2700	0,472
<i>d</i>	1564	2580	0,606
<i>e</i>	1844	2280	0,808
<i>f</i>	2314	2037	1,136
Dans l'inflorescence à fleurs mélangées se fécondant après le décapuchonnement	<i>e</i>	2075	1,077
Se fécondant sans décapuchonnement	<i>e</i>	2200	0,857
	<i>i</i>	2280	—
	<i>j</i>	1335	1,483
	<i>x</i>	1960	—

I. Types floraux physiologiquement androïdes

Type-a. «Fleur mâle» (tableau 1, fig. 1—2).

À l'état de bourgeon il est semblable au bouton de la fleur hermaphrodite. Son éclosion est normale, les pétales se décapuchonnent, (ouvraison calyptrée). Après l'anthèse il est facile de voir que l'ovaire est tout à fait rudimentaire, les nectaires le cache entièrement, le stigmate manque. Longueur du pistil : 600 μ , longueur des filets : 2433 μ ; le rapport de la longueur du pistil par la longueur des filets est de 0,246 (par la suite $g : a$). Les quatre ovules atrophiés sont reconnaissables dans la coupe transversale et longitudinale de la fleur. Ces ovules ne sont pas aptes à la fécondation. Les étamines sont bien développées,

Tableau 3
Distribution du rendement floral des souches prises séparément

Nombre des souches	Nombre des inflorescences	Provenance des grappes	Qualité du rameau	Nombre des fleurs (1) et leur % (2)	Distribution des fleurs de l'inflorescence selon le type											Fleurs totales
		courson, rameau			o	a	b—c	d	e	f	g	h	i	j	k	
1.	1.	Pousse de courson pro- venant de gourmand	faible	1	100	68	80	54	—	—	—	—	—	—	—	302
	2.	Pousse de courson de l'année précédente	fort	2	33,11	22,51	26,49	17,88	—	—	—	—	—	—	235	
				1	5	36	80	114	—	—	—	—	—			
	3.	Pousse de courson de l'année précédente	fort	2	2,12	15,31	34,04	48,51	—	—	—	—	—	—	295	
				1	—	—	62	233	—	—	—	—	—			
	4.	Pousse de courson pro- venant de gourmand	moyen	1	9	4	63	131	—	—	—	—	—	—	—	
5.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	2	4,34	1,93	30,43	63,28	—	—	—	—	—	—	—	347	
			1	—	—	113	172	1	—	—	—	—	—			
1.		Total		1	114	169	398	704	1	—	—	—	—	—	1386	
				2	8,24	12,19	28,70	50,79	0,07	—	—	—	—	—		
2.	6.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	1	—	1	35	146	47	12	—	—	—	—	—	241
	7.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	2	—	0,41	14,55	60,57	10,50	4,97	—	—	—	—	—	189
				1	5	140	44	—	—	—	—	—	—			
	8.	Pousse de courson pro- venant de gourmand	moyen	2	—	2,64	74,28	23,28	—	—	—	—	—	—	166	
				1	—	2	139	25	—	—	—	—	—	—		
	9.	Gourmand	moyen	1	7	1,20	83,73	15,06	—	—	—	—	—	—	—	246
2.		Total		2	2,84	27	149	63	—	—	—	—	—	—	842	
				1	7	35	463	278	47	12	—	—	—	—		
3.		Total		2	0,83	4,15	54,98	33,01	5,58	1,42	—	—	—	—	2370	
				1	7	35	463	278	47	12	—	—	—	—		
3.	10.	Pousse de courson de l'année précédente	fort	1	—	—	2	6	24	244	—	—	—	—	—	276
	11.	Pousse de courson pro- venant de gourmand	moyen	2	—	—	0,72	2,17	8,69	88,40	—	—	—	—	—	278
				1	1	—	—	14	55	208	—	—	—	—		
	12.	Pousse de courson pro- venant de gourmand	moyen	2	0,36	—	—	5,03	19,78	74,82	—	—	—	—	—	277
				1	—	2	18	56	80	121	—	—	—	—		
	13.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	2	—	0,72	6,49	20,21	28,88	43,68	—	—	—	—	—	356
				1	3	6	12	45	49	241	—	—	—	—		
	14.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	2	0,82	1,70	3,37	12,64	13,76	67,66	—	—	—	—	—	218
				1	—	—	1	5	27	185	—	—	—	—		
	15.	Pousse de courson de l'année précédente	fort	2	—	—	0,45	2,29	12,35	84,86	—	—	—	—	—	562
				1	10	—	—	43	85	424	—	—	—	—		
	16.	Gourmand	faible	2	1,78	—	—	7,65	15,12	75,44	—	—	—	—	—	403
				1	—	61	166	148	18	—	—	—	—			
	3.		Total		2	—	15,13	41,19	36,72	6,94	—	—	—	—	—	2370
					1	14	69	199	317	348	1423	—	—	—	—	
	4.	17—18.	1 grappe inférieure de grande taille et 1 grappe supé- rieure de petite taille pro- venant du bourrillon du courson de l'année précé- dente	fort	1	10	3	31	116	76	234	—	—	—	—	470
2					2,12	0,63	6,59	24,68	16,17	49,78	—	—	—	—		
5.	19.	Gourmand	très fort	1	—	—	—	—	—	112	—	—	—	—	112	
				2	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—		
5.	20.	Pousse provenant du bourrillon du courson de l'année préc.	fort	1	—	—	—	—	—	390	—	—	—	—	390	
				2	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—		
5.		Total		1	—	—	—	—	—	502	—	—	—	—	502	
6.	21.	Gourmand	fort	1	5	—	8	89	85	285	—	—	—	—	472	
				2	1,05	1,69	18,85	18,00	60,38	—	—	—	—	—		
7.	22.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	1	12	—	—	15	23	81	264	24	—	—	—	419
	23.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	2	2,86	—	—	3,57	5,48	19,33	63,00	5,72	—	—	—	575
				1	12	—	2	23	45	83	392	18	—	—	—	
	24—25.	Gourmand, 1 grappe infé- rieure de grande et une grappe supérieure de petite taille		2	—	0,34	4,00	7,82	14,43	68,17	3,13	—	—	—	599	
				1	7	—	1	39	84	428	40	—	—	—		—
	2	1,16	0,16	6,51	14,02	71,45	6,67	—	—	—	—	—	—			
7.		Total		1	31	—	3	77	152	592	696	42	—	—	1593	
				2	1,95	0,19	4,83	9,42	37,17	43,69	2,70	—	—	—		
8.	26.	Gourmand	moyen	1	—	15	68	119	34	5	—	—	—	—	241	
				2	6,22	28,21	49,37	14,10	2,07	—	—	—	—	—		
9.	27.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	1	—	—	—	—	14	50	—	—	—	—	64	
				2	—	—	—	21,87	78,12	—	—	—	—	—		
10.	28.	Pousse provenant de bou- rillon	faible	1	—	43	148	16	1	—	—	—	—	—	208	
	29.	Pousse de courson provenant de gourmand	faible	2	—	20,67	71,15	7,69	0,47	—	—	—	—	—	373	
				1	33	340	—	—	—	—	—	—	—	—		
	30.	Pousse de courson provenant de gourmand	moyen	2	8,84	91,15	—	—	—	—	—	—	—	—	323	
				1	14	120	171	18	—	—	—	—	—	—		
	31.	Pousse de courson de l'année précédente	fort	2	4,36	37,15	52,91	5,57	—	—	—	—	—	—	428	
1				6	7	162	194	59	—	—	—	—	—			
10.		Total		2	1,40	1,63	37,85	45,32	13,78	—	—	—	—	—	1332	
				1	53	510	481	228	60	—	—	—	—	—		
11.	32.	Pousse de courson de l'année précédente	moyen	2	3,97	38,78	36,11	17,11	4,50	—	—	—	—	—	311	
				1	18	2	19	98	66	108	—	—	—	—		—
11.	33.	Pousse provenant de bourrillon	très fort	2	5,78	0,64	6,10	31,51	21,22	34,72	—	—	—	—	308	
				1	82	21	91	30	7	—	—	—	—	—		
11.		Total		2	26,62	6,18	29,54	2,5	9,74	2,27	—	—	—	—	619	
				1	100	23	110	175	96	115	—	—	—	—		—
12.	34.	Grappe inférieure sur la pousse de long bois	faible	2	16,15	3,71	17,77	28,27	15,5	18,57	—	—	—	—	524	
				1	6	1	—	111	179	227	—	—	—	—		—
12.	35.	Ibid. grappe supérieure	faible	2	1,11	0,19	—	21,18	34,16	43,32	—	—	—	—	397	
				1	10	9	—	59	181	106	32	—	—	—		
12.		Total		2	2,52	2,27	14,84	45,57	26,70	8,06	—	—	—	—	921	
				1	16	10	59	292	285	259	—	—	—	—		—

les grains de pollen examinés au microscope ont la forme d'un tonneau ; placés dans l'eau ou dans une solution nutritive ils prennent une forme sphérique et on remarque alors la présence de trois sutures et de trois pores germinatifs sur l'exine. Les cellules végétatives et génératives des grains de pollen sont normales, ils peuvent développer des tubes polliniques et se féconder. Ce type floral est donc identique au type floral androdynamique stérile c'est à dire physiologiquement mâle, décrit dans la littérature. Après la défloraison les fleurs coulent.

Type-b : Androïde ; de par sa structure, intermédiaire entre les fleurs mâles et hermaphrodites (Tableau 1)

Nous appelons mâles les types *b* et *c* parce que bien que leur ovaire soit plus développé que celui du type *a*, le caractère mâle domine nettement dans la fleur par la longueur des filets et le développement des anthères.

Après l'anthèse, la fleur diffère de la précédente en ce que l'ovaire dépasse légèrement les nectaires, à l'aide d'une loupe il est possible de reconnaître dans la petite protubérance le stigmate. Da par sa structure, la fleur est un type intermédiaire entre les fleurs mâles et hermaphrodite. La longueur du pistil est de $1047\ \mu$, celle des filets de $2300\ \mu$, $g : a = 0,455$.

Les ovules sont légèrement plus grands que ceux du type précédent. Le stigmate ne produit pas encore de sécrétion. Les caractéristiques structurales et physiologiques correspondent à celles du type *a*.

Type-c : De par sa structure, type intermédiaire entre les fleurs mâle et hermaphrodite (tableau 1, fig. 1—2)

Il se distingue du type floral précédent en ce que son pistil dépasse davantage les nectaires, et en ce que le style mince est visible à l'oeil nu, mais le stigmate n'est pas encore formé. Les ovules sont légèrement plus grands que ceux du type *b* mais ils ne sont pas encore fonctionnels. Les filets sont bien développés et, quant à son caractère structural et physiologique, le pollen est absolument identique à celui des types floraux précédents. Donc le type *c* est, de par sa structure, un type intermédiaire entre la fleur mâle et la fleur hermaphrodite. Longueur du pistil $1276\ \mu$, longueur des filets $2700\ \mu$, $g : a = 0,472$.

Comme les types *a* et *b* les fleurs tombent après la défloraison.

II. Type floral physiologiquement intermédiaire entre la fleur mâle et la fleur hermaphrodite

Type-d : Intermédiaire, de par sa structure entre la fleur mâle et la fleur hermaphrodite (Tableau 1, fig. 1—3, 5).

Par sa structure plutôt de caractère mâle, étant donné le développement des étamines. Par contre le pistil est plus développé que chez le type floral précédent. Longueur du pistil $1564\ \mu$, longueur des filets $2580\ \mu$, $g : a = 0,606$.

Particularité de ce type floral : le style porte un stigmate capable de sécrétion. Les ovules sont plus développés que ceux des types floraux précédents. Si la floraison est favorable un grand pourcentage des ovules se féconde. Cependant il arrive souvent que la fleur ne donne que des baies parthénocarpiques.

Cette particularité prouve que ce type constitue une transition entre les types floraux physiologiquement mâle et hermaphrodite. Le nombre de leurs pépins étant moindre, les baies produites par les fleurs sont généralement plus petites (voir tableau 6), leur pellicule est épaisse et elles mûrissent bien. Mais étant donné que leur aptitude fonctionnelle est variable, donc que leur fécondation est incertaine, leur valeur culturale est minime (tableaux 4—5).

Tableau 4

Pourcentage de fécondation des différents types floraux

Types floraux	Nombre des fleurs examinées	Baie fécondée (baie pyrénée)	% de la fécondation
<i>a</i>	500	0	0
<i>b</i>	500	0	0
<i>c</i>	500	0	0
<i>d</i>	500	170	22,00
<i>e</i>	650	412	63,38
<i>f</i>	560	392	70,00
<i>g</i>	200	105	52,50
<i>h</i>	200	86	43,00
<i>i</i>	540	62	11,48
<i>j</i>	480	0	0
<i>k</i>	1200	0	0
<i>l</i>	—	—	—
<i>x</i>	680	0	0

III. Types floraux physiologiquement hermaphrodites

Type-e : Fleur hermaphrodite à ovaire de petite taille. (Tableau 1, fig. 10—14).

L'ovaire de la fleur éclore atteint la moitié ou les trois quarts des filets. Longueur du pistil 1844 μ , longueur des filets 2280 μ , $g : a = 0,808$. Style et stigmate bien développés. L'ovaire renferme 4 ovules fonctionnels. Les filets sont disposés autour de l'ovaire et forment avec celui-ci un angle de 45°. Les grains de pollen en forme de tonneau sont capables de développer des tubes polliniques. De par ses particularités structurales et physiologiques il est géné-

Tableau 6
Analyse des grappes de la parcelle A

Type flora	Qualité de la grappe	Nombre des grappes	Longueur des axes de grappes au total	Longueur moyenne d'un axe de grappe	Nombre total des baies			Nombre moyen des baies d'une grappe			Nombre moyen des baies pyrénées et apyrènes d'une grappe	Longueur d'axe de grappe par baie en mm			Poids total des grappes en dag	Poids moyen d'une grappe en dag	Baies pesées				Dimension moyenne des baies en mm				Nombre moyen des pépins d'une baie
					Pyrénées	Apyrènes	Baies vertes à developpement defectueux	Pyrénées	Apyrènes	Baies vertes à developpement defectueux		Pyrénées	Apyrènes	Baies vertes à developpement defectueux			Nombre		Poids en g		Pyrénées		Apyrènes		
																	Pyrénées	Apyrènes	Pyrénées	Apyrènes	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur	
a	I.	6	665	110,8	553	131	42	92,16	21,83	7,00	113,99	1,20	5,07	15,83	116,0	19,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b	II.	13	1326	102,0	857	232	104	66,00	18,08	8,00	84,08	1,54	5,71	12,75	198,1	15,23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
c	III.	15	1437	95,8	445	247	65	29,66	16,46	4,33	46,12	3,22	5,81	22,10	122,2	8,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d	IV.	13	1199	92,2	213	146	40	16,38	11,23	3,07	27,61	5,62	8,21	29,97	51,4	3,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—
e	V.	11	477	43,3	77	44	13	7,00	4,00	1,18	11,00	6,19	10,84	36,70	17,1	1,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total	58	5104	—	2145	800	264								504,8		1000	300	374,82	312,32					
	Moyenne			88,0				37,00	13,79	4,55	50,79	2,37	6,38	19,33		8,70			2,37	1,04	15,05	14,43	10,38	10,23	1,82
e	I.	23	2581	112,2	2801	205	219	121,78	8,91	9,52	130,69	0,92	12,59	11,78	616,5	26,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	II.	23	2187	95,0	1506	123	113	65,47	5,34	4,91	70,81	1,45	17,78	19,35	365,5	15,89	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	III.	9	706	78,4	376	16	7	41,77	1,77	0,77	43,54	1,87	44,12	100,85	92,4	10,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	IV.	2	187	93,5	48	7	6	24,00	3,50	3,00	27,50	3,89	26,71	31,16	12,8	6,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	V.	2	85	42,5	38	7	1	19,00	3,50	0,50	22,50	2,23	12,14	85,00	6,5	3,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total	59	5746		4769	358	346				86,89	1,20	16,05	16,60	1093,7	18,53	1000	150	655,27	121,20					
	Moyenne			97,40				80,83	6,06	5,86									2,65	0,88					
f	I.	13	1417	109,00	1840	29	37	141,53	2,23	2,84	143,76	0,77	48,86	38,30	385,41	29,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	II.	4	241	60,25	187	12	4	46,75	3,00	1,00	49,75	1,28	20,08	60,25	44,30	13,57	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	III.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	IV.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	V.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total	17	1658		2027	41	41								429,71		1000	150	768,01	130,90					
	Moyenne			97,53				119,23	2,41	2,41	121,64	0,81	40,43	40,43		25,27	—	—	2,77	0,87	17,54	16,80	9,20	9,08	2,50
i	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	II.	1	53	53,00	37	—	—	37,00	—	—	37,00	1,43	—	—	8,6	8,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	III.	4	384	96,00	140	—	7	35,00	—	1,75	35,00	2,74	—	54,85	29,5	7,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	IV.	3	260	86,66	86	—	5	26,66	—	1,66	26,66	3,02	—	52,00	18,5	6,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	V.	9	551	61,22	181	1	7	20,11	0,11	0,77	20,22	3,04	551	78,71	15,9	1,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total	17	1248		444	1	19								72,5		100	—	308,65						
	Moyenne			73,41				26,11	0,06	1,11	26,17	2,81	1248	65,68		4,26			3,09		16,16	16,42	—	—	2,03

Tableau 5

Nouaison des baies dans les inflorescences composées de différents types floraux

Souches	Nombre des- inflorescences	Provenance des inflorescences	Nombre et pourcentage des fleurs de différents types tombées à la floraison																				Total des fleurs	Fleurs fécondées		Baies nouées vertes				% des baies qui restent par rap- port au nombre des fleurs				
			Position de la souche, du rameau, de l'inflorescence				o		a		b—c		d		e		f		g		h					i		j			k		Baies qui restent		Baies tombées
			nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%	nombre	%		nombre	%	nombre	%	nombre	%		nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
1.	1.	1. rang, 17. souche	I/1	11	1,27	27	3,13	207	24,06	335	38,95	142	16,61	138	16,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	944	84	8,89	—	—	84	100,00	—	
	2.	1. « 17. «	I/2	—	—	5	1,16	64	14,84	141	32,71	123	28,53	98	22,73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	564	133	23,75	107	80,45	26	19,54	18,97		
	3.	1. « 17. «	II/1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1,40	165	77,46	45	21,12	—	—	—	—	—	—	—	259	46	17,76	—	—	46	100,00	—		
	4.	1. « 17. «	III/1	116	30,05	134	34,71	98	25,38	38	9,84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	386	—	—	—	—	—	—	—		
2.	5.	1. rang, 23. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	246	186	75,61	173	93,01	13	6,98	73,32		
	6.	1. « 23. «	I/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	204	169	82,84	156	92,30	13	7,70	76,47		
	7.	1. « 23. «	II/2	13	17,10	—	—	—	—	—	—	—	—	63	82,89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	184	108	58,69	85	78,70	23	21,30	46,19		
3.	8.	1. rang, 26. souche		66	18,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	297	81,91	—	—	—	—	—	—	—	363	—	—	—	—	—	—	—		
4.	9.	1. rang, 29. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	1	3,03	—	—	32	96,96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	126	93	73,81	77	82,29	16	17,20	61,11		
5.	10.	1. rang, 32. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	8	6,01	19	14,28	106	79,69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	313	180	57,50	163	90,75	17	9,44	52,07		
	11.	1. « 32. «	I/2	1	1,92	—	—	—	—	—	—	—	—	49	94,23	2	3,84	—	—	—	—	—	—	—	208	156	75,00	154	98,71	2	1,28	74,03		
	12.	1. « 32. «	II/1	22	9,12	—	—	1	0,41	27	11,20	58	24,06	118	48,96	15	6,22	—	—	—	—	—	—	—	284	43	15,14	30	69,76	13	30,23	10,56		
6.	13.	1. rang, 35. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	85	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	115	57,50	67	58,26	48	41,73	33,50		
7.	14.	1. rang, 37. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75	100,	—	—	—	—	—	—	—	—	—	312	237	75,96	133	56,11	104	43,88	42,62		
	15.	1. « 37. «	I/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	100,	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73	47	64,38	15	31,91	32	68,08	20,54		
	16.	1. « 37. «	II/1	2	0,97	—	—	—	—	4	1,94	8	3,88	192	93,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	356	150	42,13	85	55,55	65	44,44	23,87		
	17.	1. « 37. «	III/1	—	—	—	—	2	0,98	5	2,46	16	7,88	180	88,67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	407	204	50,12	159	77,94	45	22,06	39,06		
8.	18.	1. rang, 40. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	19.	1. « 40. «	I/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	256	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	256	—	—	—	—	—	—	—		
	20.	1. « 40. «	II/1	14	2,60	4	0,74	24	4,46	89	16,37	135	25,13	291	52,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	734	177	24,11	101	57,06	76	42,93	13,76		
	21.	1. « 40. «	II/2	18	3,03	3	0,50	22	3,71	73	12,31	163	27,48	306	51,60	7	1,18	1	0,16	—	—	—	—	—	593	—	—	—	—	—	—	—		
9.	22.	1. rang, 46. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	16	35,55	15	33,33	14	31,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	118	73	61,86	23	31,50	50	68,49	19,49		
	23.	1. « 46. «	I/2	4	5,12	—	—	13	16,66	26	33,33	30	38,46	5	6,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	182	104	57,14	81	77,88	23	22,11	44,50		
10.	24.	1. rang, 47. souche	I/1	45	11,65	—	—	1	0,25	340	88,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	386	—	—	—	—	—	—	—		
11.	25.	1. rang, 10. souche	I/1	22	21,36	3	2,91	—	—	28	27,18	19	18,44	31	30,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	480	377	78,54	260	68,96	117	31,03	54,16		
12.	26.	1. rang, 13. souche	I/1	—	—	3	4,28	35	50,	11	15,71	13	18,57	8	11,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	132	62	46,96	35	56,45	27	43,54	26,51		
	27.	1. « 13. «	II/1	2	0,78	50	19,68	179	70,47	23	9,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	254	—	—	—	—	—	—	—		
13.	28.	5. rang 24. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	359	280	77,99	224	80,00	56	20,00	62,39		
	29.	5. « 24. «	I/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	192	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	451	259	52,42	199	76,83	60	23,16	44,12		
	30.	5. « 24. «	II/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	312	233	74,67	149	63,94	84	36,05	47,75		
	31.	5. « 24. «	II/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63	100,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	263	200	76,04	145	72,50	55	27,50	55,12		
14.	32.	6. rang 22. souche		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	695	8	1,15	—	—	8	100,00	—		
15.	33.	6. rang, 23. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	528	—	—	—	—	—	—	—		
	34.	6. « 23. «	I/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	268	—	—	—	—	—	—	—		
	35.	6. « 23. «	II/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	381	100	—	—	—	—	—	—		
16.	36.	8. rang, 18. souche	I/1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	490	100	490	—	—	—	—	—		
	37.	8. « 18. «	I/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	236	100	236	—	—	—	—	—		

Tableau 9

Analyse du rendement de la parcelle expérimentale A

Types floraux des souches	Nombre des souches	Nombre total des grappes d'après leur qualité						Nombre total des grappes	Nombre moyen des grappes d'une souche d'après leur qualité						Nombre moyen de grappes chez une souche	Poids total des grappes de différente qualité en dag						Rende- ment total en dag	Rendement moyen des grappes de différentes qualités chez une souche en dag						Rende- ment moyen d'une souche en dag	Poids moyen des grappes de différentes qualités						Poids moyen d'une grappe en dag	Rende- ment par arpent en q.
		I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI		
<i>a b c d e</i>	12	8	19	13	9	4	10	63	0,66	1,58	1,08	0,75	0,33	0,83	5,25	156,9	260,7	117,7	38,8	7,5	27,2	608,8	13,07	21,72	9,80	3,23	0,62	2,26	50,73	19,61	13,68	9,05	4,31	1,87	2,72	9,66	25,36
<i>e</i>	40	58	86	46	11	2	16	219	1,45	2,15	1,15	0,27	0,05	0,40	5,47	1522,2	1184,4	417,8	52,3	4,0	33,2	3213,9	38,05	29,61	10,44	1,30	0,10	0,83	80,35	26,24	13,77	9,08	4,75	2,00	2,07	14,67	40,17
<i>f</i>	16	51	32	7	—	—	8	98	3,18	2,00	0,43	—	—	0,50	6,12	1262,6	371,3	66,9	—	—	21,9	1722,7	78,91	23,20	4,18	—	—	1,37	107,62	24,75	11,60	9,55	—	—	2,73	17,57	53,80
<i>ef (e) (f)</i>	7	5	15	11	6	1	2	40	0,71	2,14	1,57	0,85	0,14	0,28	5,71	79,0	192,8	88,3	46,0	7,0	11,0	424,1	11,28	27,54	11,90	6,57	1,00	1,57	67,71	15,80	12,85	8,03	7,66	7,00	5,5	10,60	33,85
<i>a b c d e f g h j</i>	4	2	5	2	4	1	3	17	0,50	1,25	0,50	1,00	0,25	0,75	4,25	37,0	48,0	10,8	7,0	1,0	4,5	108,3	9,25	12,00	2,70	1,75	0,35	1,12	27,07	18,50	9,60	5,40	1,75	1,00	1,50	6,37	13,53
<i>i</i>	4	—	5	9	4	9	1	28	—	1,25	2,25	1,00	2,25	0,25	7,00	—	32,1	45,5	21,0	15,9	0,6	115,1	—	8,02	11,37	5,25	3,97	0,15	28,77	—	6,42	5,05	5,25	1,76	0,6	4,11	14,38
<i>j</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>x</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>+ e</i>	10	1	8	4	1	—	1	15	0,10	0,80	0,40	0,10	—	0,10	1,50	7,0	48,6	15,7	3,0	—	5,0	79,3	0,70	4,86	1,57	0,30	—	0,50	7,93	7,00	6,07	3,92	3,00	—	5,00	5,28	3,96

Tableau 7
Analyse des grappes de la parcelle B

Type floral	Qualité de la grappe	Nombre des grappes	Longueur des axes de grappes au total	Longueur moyenne d'un axe de grappe	Nombre total de baies			Nombre moyen des baies d'une grappe			Nombre moyen des baies pyrénées et parth. d'une grappe	Longueur d'axe de grappe par baie en mm			Poids total des grappes en dag	Poids moyen d'une grappe en dag	Baies pesées					
					Pyrénées	Apyrènes	Baie verte à développement defectueux	Pyrénées	Apyrènes	Baies vertes à développement defectueux		Pyrénées	Apyrènes	Baie verte à développement defectueux			Pyrénées	Apyrènes	Nombre		Poids (gr)	
																			Pyrénées	Apyrènes		
a	I.	2	170	85,0	161	6	—	80,5	3,0	—	83,5	1,05	28,33	—	23,8	11,90	—	—	—	—		
b	II.	10	934	93,4	644	64	31	64,4	6,4	3,1	60,8	1,45	14,54	30,12	126,2	12,62	—	—	—	—		
c	III.	5	290	58,0	121	9	2	24,2	1,8	0,4	25,0	2,39	32,22	145,00	24,6	4,92	—	—	—	—		
d	IV.	11	995	90,4	271	169	18	24,6	15,3	1,6	39,9	3,67	5,88	55,27	43,7	3,97	—	—	—	—		
e	V.	5	360	72,0	79	37	10	15,8	7,4	2,0	23,2	4,55	9,73	36,00	18,0	3,60	—	—	—	—		
	Total	33	2749		1276	285	61								236,3		800	150	1655,32	82,17		
	Moyenne ..			83,30				38,66	8,63	1,84	47,29	2,15	9,64	45,06		7,16			1655,32	82,17		
																			2,06	0,54		
e	I.	7	670	95,71	637	31	32	91,00	4,43	4,57	95,43	1,05	21,61	20,93	166,1	23,73	—	—	—	—		
	II.	2	225	112,50	139	9	16	69,50	4,50	8,00	74,00	1,61	25,00	14,06	35,0	17,50	—	—	—	—		
	III.	6	510	85,00	263	34	22	43,83	5,66	3,66	49,49	1,93	15,00	23,18	53,6	8,93	—	—	—	—		
	IV.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	V.	2	150	75,00	32	15	3	16,00	7,50	1,50	23,50	4,68	10,0	50,00	6,8	3,40	—	—	—	—		
	Total	17	1555		1071	89	73								261,5		800	70	2076,10	66,70		
	Moyenne ..			91,47				63,00	5,23	4,29	68,23	1,45	17,48	21,30		15,38			2,59	0,95		
f	I.	28	2955	105,53	2894	181	206	103,35	6,46	7,35	109,81	1,02	16,32	14,34	582,4	20,80	—	—	—	—		
	II.	9	647	71,89	461	54	112	51,22	6,00	12,44	57,22	1,40	12,00	5,77	93,4	10,37	—	—	—	—		
	III.	7	754	107,71	289	65	58	41,30	9,30	8,30	50,60	2,60	11,60	13,00	60,0	8,57	—	—	—	—		
	IV.	5	431	86,20	148	33	47	29,60	6,60	9,40	36,20	2,91	13,06	9,17	30,6	6,12	—	—	—	—		
	V.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Total	49	4787		3792	333	423								766,4		1000	150	2882,97	82,17		
	Moyenne ..			97,69				77,38	6,79	8,63	84,17	1,26	14,37	11,31		15,63			2,88	0,70		
i	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	II.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	III.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	IV.	1	60	60,0	12	5	1	12,00	5,00	1,00	17,00	5,00	12,00	60,00	3,2	3,20	—	—	—	—		
	V.	2	91	45,5	17	3	2	8,50	1,50	1,00	10,00	5,35	30,33	45,50	4,4	2,20	—	—	—	—		
	Total	3	151		29	8	3										—	—	—	—		
	Moyenne ..			50,33				9,66	2,66	1,00	12,32	5,20	18,87	50,33	7,6	2,53						
j	I.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	II.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	III.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	IV.	1	65	65	—	19	1	—	19	1,00	19,00	—	3,42	65,00	2,00	2,00	—	—	—	—		
	V.	2	80	40	12	—	1	6	—	0,50	6,00	6,66	—	80,00	2,40	1,20	—	—	—	—		
	Total	3	145		12	19	2								4,40		—	—	—	—		
	Moyenne ..			48,33				4	6,33	0,66	10,33	12,08	7,63	72,50		1,46						

Tableau 8

Type floral	Poids de 1000 pépins à l'air sec en g	Nombre total des pépins récoltés pour la semence	Baies			
			vides		submergées	
			Nombre	%	Nombre	%
<i>a b c d e</i>	25 356	176	95	53,98	81	46,02
<i>e f</i>	30 620	243	87	35,80	156	64,20
<i>i</i>	28 686	197	82	41,62	115	58,38

Tableau 10

Niveau de fécondation et de fructification de la parcelle expérimentale A

Types floraux des souches	Distribution des souches d'après les types floraux	% de la distribution des souches	Pourcentage effectif de fécondation des fleurs	Pourcentage relatif de fécondation des fleurs	Rendement total des souches en kg	Rendement moyen d'une souche en dag	Indice de fructifi- cation
<i>a b c d e</i>	95	12,40	24,25	56,32	48,19	50,73	47,13
<i>e</i>	374	48,82	59,31	72,26	300,50	80,35	74,66
<i>f</i>	88	11,48	72,04	87,22	94,71	107,62	100,00
<i>e f (e) (f)</i>	65	8,48	56,93	58,94	44,01	67,71	62,91
<i>a b c d e f g h</i>	59	7,70	11,29	23,60	15,97	27,07	25,15
<i>i</i>	7	0,91	12,00	24,70	2,01	28,77	26,73
<i>k</i>	3	0,39	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00
<i>x</i>	1	0,13	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00
<i>e</i> +	74	9,66	56,00	65,00	5,87	7,93	7,36
Total	766	99,97	—	—	511,26	—	—
Moyen	—	—	51,46	61,93	—	66,74	62,01

ralement identique au pollen des types floraux mâles et hermaphrodites. Les fleurs se fécondent bien et si le temps est favorable elle donne des grappes très compactes de I^e qualité (tableaux 6, 7, 8, 9). La baie est de taille moyenne ; la pellicule épaisse se fendille peu, elle est passablement riche en substances colorantes. En automne la baie vient bien à maturité, sa teneur en sucre est relativement haute (tableau 10). Ce type est un des meilleurs au point de vue économique.

Type-f : Fleur hermaphrodite à ovaire de grande taille (tableau 1, fig. 20—24)

Diffère du type *e* par son ovaire de taille relativement plus grande et en ce que l'anthère de la fleur éclose arrive jusqu'à la hauteur du stigmate. Le style est court, le stigmate grand présente le plus large diamètre entre les types floraux normaux, ce qui augmente les probabilités de fécondation. Longueur

du pistil 2314 μ , longueur moyenne des filets 2037 μ , $g : a = 1,136$. Les ovules sont plus grands que ceux des types floraux précédents. La forme et la taille des grains de pollen sont identiques à celles des types floraux précédents, et sont capables de développer des ampoules fonctionnelles. Ce type floral est le plus fructifère (tableaux 2, 4, 5) et de la plus haute valeur au point de vue économique. Les baies qui se forment à partir de ces fleurs sont plus grosses que celles qui se forment de fleurs androïdes ou de fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille, leur forme est cependant identique. (Tableaux 6, 7, 8, 9, 10).

Type-g : De par sa structure, intermédiaire entre les fleurs hermaphrodites et femelles (tableau 1, fig. 26)

Diffère du type floral *f* en ce que, comparé à la longueur du pistil, ses filets sont encore plus courts, dans la fleur éclose ils sont disposés au dessous du stigmate, quelques filets (1—2) se courbent à 45° ou se recourbent sous l'ovaire. Quant à la forme et la taille, son pollen ne diffère pas de celui des types floraux précédents. Si nous observons minutieusement un certain nombre de grains de pollen à sec au microscope, nous remarquerons que plusieurs d'entre eux sont insuffisamment développés et sans doute incapables de germer. Sa probabilité de fécondation est moindre que celle du type floral précédent. Son ovaire est absolument fonctionnel (tableaux 4, 5). Les baies provenant du type floral *g* sont identiques aux baies provenant du type floral *f* (fig. 30—31).

Type-h : De par sa structure, intermédiaire entre la fleur hermaphrodite et la fleur femelle. (Tableau 1, fig. 27).

De par sa structure, il diffère du type floral précédent, en ce que ses filets sont encore plus rudimentaires, plusieurs (2—3) se recourbent à 45° c'est à dire au dessous de l'ovaire. Ce type floral a un plus grand nombre de grains de pollen mal conformé, néanmoins ses grains de pollen sont en général capables de développer des tubes polliniques, le taux de germination est cependant plus bas et aussi le tube pollinique est généralement plus court. Les baies formées à partir des fleurs du type-*h* sont identiques aux baies que donnent les types floraux (*f*, *g*) précédents. (Fig. 30—31).

Type-i : Fleur anormale, fertile (tableau 1, fig. 32—54)

Des anomalies peuvent être observées dans la structure des deux organes sexuels, donc dans le pistil et les étamines. Mais il arrive que dans une fleur seulement l'un des organes sexuels se développe anormalement ou bien une partie de ces organes, le plus souvent la moitié du pistil ou des étamines se développe normalement et l'autre anormalement. Dans une même inflorescence toutes les fleurs ont pour ainsi dire une structure qui leur est propre. Le caractère femelle des fleurs leur est donné par le pistil relativement de grande taille

et par les filets relativement très courts. La longueur moyenne du pistil est de 2280 μ . Les individus les plus caractéristiques du type sont représentés dans les figures.

L'anomalie du pistil se manifeste comme suit :

1. Il peut être formé de plus de deux carpelles (d'ordinaire il est formé de trois carpelles).

2. Chacun des carpelles peut former séparément un ovaire sur le disque commun.

3. Les carpelles ne constituent pas un ovaire clos, mais recouverts par les pétales, ils ne sont pas attachés l'un à l'autre et les deux ovules se développent dans leur partie intérieure.

4. La style est excessivement court, ou bien il fait complètement défaut, le stigmate est relativement très large, sa structure est indéterminée.

5. Les nectaires sont rudimentaires ou seulement la moitié des nectaires se développent, ou bien encore ils sont absents.

L'anomalie des étamines se manifeste comme suit.

1. Les étamines sont en forme de feuilles, les anthères sont disposées à l'extrémité du filet en formant une couronne ininterrompue ou bien les deux thèques se développent très près l'une de l'autre ou légèrement éloignées l'une de l'autre.

2. Les filets ne sont pas apparents, les anthères de forme anormale se développent sur l'ovaire près du stigmate.

3. Les filets développés normalement sortent non du disque, mais de la partie inférieure de l'ovaire.

4. La même fleur présente des filets très courts et des filets très longs.

5. Chez la même fleur une partie des étamines conserve la forme de feuilles, l'autre partie se développe normalement.

La fleur anormale gynodioïde est aussi caractérisée par la formation des sépales, qui tout comme les pétales, entourent complètement l'ovaire. Lors de la floraison les pétales s'ouvrent par décapuchonnement chez quelques fleurs seulement. Chez les fleurs dans lesquelles les sépales se sont développés et entourent le bouton floral, lors de la floraison les sépales s'ouvrent en étoile — ce qui a pour conséquence de découvrir les pétales qui s'ouvrent également en étoile — ou bien leur ouverture se produit par le rejet de la coiffe, il arrive aussi que les bases de certains pétales se trouvent fortement reliés entre eux, la couche séparative ne se développe pas et ils ne se détachent pas de leur insertion sur le réceptacle. Dans ce cas la fécondation de la fleur peut se produire par autofécondation. Il peut arriver que quelques pétales de la fleur s'ouvrent en étoile tandis que l'éclosion des autres est calyptrée.

Les coupes anatomiques ci-contre (fig. 47—54) montrent que des grains de pollen se développent aussi dans les anthères des étamines développées anormalement. Parmi les grains de pollen ils se trouvent des grains normaux

en forme de tonneau, mais un grand nombre d'entre eux de forme triangulaire se terminant en pointe sont infertiles, atrophies. L'ovaire renferme 4 à 6 ovules, éventuellement davantage, de taille inégale, disposés irrégulièrement. Les fleurs — comme nous aurons l'occasion de le voir plus bas — ne sont capables de se féconder et de produire des baies que dans un pourcentage réduit (fig. 55—60). Ces baies ont une forme caractéristique, aplatie, sphérique, divisée en quartiers, certaines sont fendillées profondément jusqu'en leur milieu (fig. 59). Les quartiers se forment pendant la croissance de la baie, étant donné que par suite de la fécondation ou non fécondation des ovules, respectivement du phénomène parthénocarpique, les différents carpelles croissent d'une façon inégale. Certaines baies semblent composées de deux ou trois baies, dont une ou deux grandes et une petite. Le fendillement des baies est dû à ce que les carpelles croissent d'une manière inégale par suite de la fécondation des ovules différentes numériquement et qualitativement : sous l'action de la tension qui se présente, les carpelles se fendent le long de leurs sutures. La fente des carpelles se produit pendant la phase de la croissance en vert des baies, la surface de la baie devient bientôt subéreuse et la baie arrive normalement à maturité.

Ce type floral n'est donc pas sans valeur au point de vue cultural, mais il appartient aux types moins précieux (tableaux 4, 6, 7, 8, 9, 10).

IV. Types floraux physiologiquement femelles

Type-j : De par sa structure intermédiaire entre les fleurs hermaphrodites et femelles (tableau 1, fig. 29, 61—63, 65—67)

Pourrait être désigné comme fleur à déhiscence en étoile, vu que les pétales ne se décapuchonnent pas, mais restent reliés au disque par leur base et se séparent le long de leurs sutures en découvrant ainsi l'ovaire. Dans la littérature cette fleur est généralement considérée comme anormale.

Ce type floral est le plus précoce. Sa floraison précède généralement de deux semaines celle des autres types floraux. À l'état de bouton, dans la période proche de l'anthèse elle est facilement reconnaissable à la strie d'un rose vif, ou d'un rose mauve visible sur la partie supérieure de la fleur, le long des sutures des pétales. Après l'éclosion de la fleur l'on peut voir que les filets sont bien plus courts que l'ovaire. Longueur du pistil 1335 μ , longueur des filets 900 μ , $g : a = 1,483$. Les anthères sont brunes, elles renferment une quantité médiocre de pollen atrophie, infertile, incapable de germer. Au microscope on peut observer que les grains de pollen sont petits, irréguliers, qu'ils se terminent en pointe et sont infertiles. Ils ne développent pas de tube pollinique dans une solution nutritive. En même temps nous avons remarqué une goutte de sécrétion sur le stigmate de plusieurs fleurs : donc une partie des fleurs serait capable de se féconder. Considérant cependant que l'éclosion de la fleur se produit tôt, alors

que sa fécondation ne peut être encore assurée par le pollen d'une autre fleur de vigne, les fleurs à déhiscence en étoile coulent sans être fécondées. Il est caractéristique que l'ovaire et le style sont plus courts tandis que le stigmate est large. L'observation de la coupe de l'ovaire montre, qu'il y a souvent des ovaires formés de trois carpelles qui renferment 6 ovules en apparence normaux. Aussi dans sa coupe longitudinale, l'ovaire semble normal, l'embryosac et la micropyle sont bien développés. Il est remarquable que la couche cellulaire séparative à la base de certains pétales atteint quelquefois la moitié de l'épaisseur du pétale.

Dans l'une des microphotographies ci-annexées on peut observer qu'un mamelon se dirigeant vers l'ovaire est apparu sur le filet. Cependant nous n'avons pas encore examiné son origine, sa structure son rôle physiologique. Ce type floral peut être considéré comme physiologiquement femelle car son ovaire est apparemment fonctionnel, mais d'après nos examens son pollen est stérile.

Étant donné que les fleurs coulent de l'inflorescence sans fécondation, la valeur de ce type floral du point de vue culturale est nulle.

Type-k: De par sa structure type intermédiaire entre les fleurs hermaphrodites et femelles (tableau 1, fig. 64)

Il diffère du type floral j en ce que seulement deux ou trois de ses pétales s'ouvrent en étoile ou par décapuchonnement, les autres restent reliés au pistil et recouvrent le stigmate. La forme de l'ovaire est analogue à celle du type floral précédent, le style est court, le stigmate est large. Les filets sont extrêmement courts, les étamines découverts par les pétales éclos se recourbent au dessous de l'ovaire. Certains filets sont larges, pareils à des feuilles. Quelques anthères semblant être vides, d'autres ne renferment que du pollen rare. Leur pollen — comme on peut le constater au microscope — contient qu'un faible pourcentage de grains de pollen en forme de tonneau, la plupart des grains sont mal conformés : petits, ronds, aplatis aux deux extrémités, certains se terminent en pointe et nous n'avons pas réussi à les faire germer dans la solution nutritive. Si on les observe gonflés dans une solution nutritive, on s'aperçoit qu'un grand nombre de ces grains de pollen est dépourvu de pores germinatifs.

Ce type floral (bien qu'anormal) peut être désigné comme physiologiquement femelle, parcequ'à côté du développement normal du pistil, les étamines sont très rudimentaires, leur pollen est stérile. Considérant que les pétales ne s'ouvrent que partiellement en ne découvrant pas le stigmate, la pollinisation ne peut pas avoir lieu, et toutes les fleurs coulent après la défloraison. Donc, ce type floral ne présente aucune valeur du point de vue culturel.

Type-I : De par sa structure, de caractère femelle (gynoïde), physiologiquement femelle (tableau 1, fig. 28)

Après l'éclosion calyptrée des pétales on peut voir que le pistil est robuste, bien développé. Les filets courts, rudimentaires s'enroulent au dessous de l'ovaire. Ses grains de pollen se terminent en pointe. Plongés dans l'eau ou dans une solution nutritive, ils se gonflent et l'on peut remarquer l'absence de pores germinatifs sur l'exine, les grains sont incapables de développer des tubes polliniques.

Le stigmate est capable de produire une goutte de sécrétion dans laquelle le pollen étranger fertile développe un tube pollinique et est capable de féconder l'ovule bien développé.

Considérant que ce type floral est réduit à la pollinisation par un pollen étranger, donc que la probabilité de la fécondation dépend des facteurs externes et du temps, il va de soi que, du point de vue cultural, il appartient aux types floraux de moindre valeur.

Type-x : fleur anormale, rudimentaire, infertile (tableau 1, fig. 68—74)

Cette fleur frappe la vue par sa couleur vert foncé. Tandis que les pétales des types floraux décrits préalablement empruntent à l'époque de la floraison une couleur vert clair ou vertjaunâtre, ou qu'elles sont rayées de vertjaunâtre, les pétales de la fleur en considération restent vert foncé jusqu'à la coulure des fleurs et ne s'ouvrent d'aucune manière. La Fleur ne s'ouvre pas du tout, elle ne peut donc être étudiée que dans sa coupe anatomique.

Étudions les microphotographies ci-après. Sur les photographies de la coupe longitudinale on peut bien voir que la taille et la forme des sépales sont identiques à celles des sépales des fleurs androïdes normales et des fleurs hermaphrodites; les pétales sont aussi normalement développés. Les étamines, l'ovaire et le stigmate ne se sont pas développés, c'est à dire que les nectaires, les étamines, les carpelles sont restes à l'état de mamelon, donc à l'état de développement initial. Par contre les ovules se sont développés et on en voit quatre dans la fleur. Dans certains ovules on peut même reconnaître l'embryosac, mais leur forme est anormale. Les ovules sont disposés immédiatement sous l'extrémité des pétales.

À la fin de l'époque de la floraison du cépage une couche séparative se développe à la base des pédicelles et toutes les fleurs de l'inflorescence coulent. Après la coulure des fleurs, le pédoncule et l'axe de l'inflorescence restent et s'épaississent fortement. Environ deux semaines après, la couche séparative se développe aussi à la base du pédoncule et le pédoncule tombe.

Du point de vue cultural ce type floral est absolument sans valeur.

Nous devons encore parler des fleurs à pétales fermés. On les rencontre dans chacun des types floraux normaux décrits plus haut, mais on les trouve

principalement dans les types floraux à filets courts. Dans les fleurs à pétales fermés, la couche séparative ne se forme pas à la base des cinq pétales, mais seulement à la base de quelques uns, ceux-là se décapuchonnent ; les autres restant soudés à leur base. De cette façon les étamines et l'ovaire restent recouverts et la fleur est réduite à l'autopollinisation et à l'autofécondation. La fécondation s'opère dans les types floraux *e* et *f* et produit des grappes tout à fait compactes ; par contre, il est moins probable que les types floraux à étamines courtes et à pollen moins fertile se fécondent sans décapuchonnement. Les formes de fleurs se fécondant sans décapuchonnement des types floraux *e* et *f* ont une grande valeur au point de vue cultural, car même si le temps est défavorable à l'époque de la floraison, leur pourcentage de fécondation est plus haut que celui des fleurs dont les pétales s'ouvrent : une plus grande quantité de pollen fertile tombant sur le stigmate des fleurs se fécondant sans décapuchonnement que sur celui des fleurs à pétales ouverts.

b) Présence de types floraux à l'intérieur d'une même grappe et d'une même souche

Nous avons fait un examen minutieux des inflorescences prises sur un grand nombre de souches et de rameaux prenant naissance à différents endroits de la souche.

Il résulte de ce qui a été généralement observé que dans la parcelle expérimentale on n'a pas pu trouver de souches portant uniquement des fleurs mâles du type *a*, mais seulement des souches sur lesquelles les types floraux *a*, *b*, *c* se trouvaient conjointement. La proportion des types floraux mentionnés varie d'une façon caractéristique avec les souches, les rameaux et les grappes. Il y avait des inflorescences dans lesquelles on n'a trouvé que des fleurs des types *a*, *b*, ou *c*, dans d'autres le type *a* prédominait et les types *b* et *c* s'y trouvaient en un plus petit nombre. L'inflorescence dans laquelle le type *b* se trouvait en plus grand nombre, portait un plus petit nombre de fleurs du type *a*, *c* et éventuellement du type *d*. Dans l'inflorescence constituée en majeure partie du type floral *c* on a trouvé en grand nombre des fleurs des types *d* et *e* et en plus petit nombre des fleurs des types *a* et *b*. Dans les inflorescences constituées en majorité de fleurs des types *d* et *e*, le type floral *c* n'était présent qu'en petit nombre et le nombre des types floraux *b*, *a* respectivement *o* était encore plus réduit. Dans l'inflorescence où le type floral *e* ou *f* prédominait, on a rarement trouvé un autre type floral et jamais de type floral androïde, infertile. L'inflorescence composée du type floral *f* présente le moins de types floraux étrangers.

La situation est analogue par rapport à la présence des fleurs gynoïdes sur la même souche ou dans la même inflorescence. La proportion des fleurs gynoïdes qui s'y rencontrent peut aussi varier. Dans l'inflorescence composée de fleurs anormales fertiles, le type floral *f* à ovaire de grande taille peut aussi

se rencontrer en un nombre important et nous avons trouvé le type floral *l* (physiologiquement type floral femelle) dans l'inflorescence composée du type floral *i*.

Par ailleurs le type floral femelle *l* n'a guère été trouvé mélangé même aux types floraux gynoides fertiles.

En mettant en parallèle toutes ces observations nous edvons donc conclure, qu'en vue de l'étude de la probabilité de la fécondation, ou plus précisément de la valeur culturale nous devons envisager l'étude des souches à inflorescence composées des types floraux :

androïdes,
hermaphrodites
gynoides fertiles,
gynoides fertiles, anormaux,
de par leur structure : gynoides, physiologiquement : femelles,
anormaux, sans pouvoir de fonctionnement.

Le tableau (3.) ci-annexé donne une idée de quelles fleurs est composée l'inflorescence sur les rameaux provenant des différentes parties de la souche.

Nous pouvons établir que chez les souches à inflorescences composées de fleurs androïdes les types floraux *o*, *a* et *b* prédominent dans les inflorescences des gourmands faibles, ainsi que dans celles des pousses des coursons provenant du gourmand. Par contre dans les inflorescences des pousses des coursons de l'année précédente ce sont les types floraux *c* et *d* et occasionnellement le type *e* qui dominent. Chez les souches à inflorescence composées de fleurs androïdes, après la défloraison et la chute naturelle des fleurs, nous avons pu observer que plusieurs des inflorescences (types floraux *a*, *b*) des gourmands et des pousses des coursons provenant de gourmands étaient tombées et que les fleurs des inflorescences restées s'étaient mieux fécondées, les grappes étaient moins lacunaires, nous dirons même, plus fournies. Ce fait revêt une grande importance du point de vue de la mise au point d'une méthode portant sur une sélection rapide du cépage de Kadarka, ainsi que des correctifs agrotechniques, principalement de la taille et de l'épamprage.

Dans les inflorescences des gourmands faibles et des pousses des coursons provenant de gourmands où les types hermaphrodites *e* et *f* dominaient, le nombre des types floraux intermédiaires *c* et *d* dépassait généralement celui des types floraux *e* et *f*. Par contre sur les pousses des coursons vigoureux de l'année précédente le nombre des types floraux *e* et *f* dominait par rapport aux types floraux *c* et *d*.

Il y avait des souches dont l'inflorescence était composée uniquement du type floral *e* et uniquement du type floral *f* indépendamment de la provenance du rameau. Comme nous le verrons plus loin, ces souches se sont prouvées les plus fructifères.

Sur les souches dont les inflorescence portaient des fleurs gynoides, donc du type *g* et *h* il y avait toujours un nombre considérable de types floraux *e*

et *f*, éventuellement aussi un petit nombre de fleurs du type *b*, un peu plus du type *c*, et davantage du type *d*. Dans les inflorescences des pousses des coursons vigoureux de l'année précédente de ces souches c'étaient les types floraux *g* et *h* et dans les inflorescences des gourmands, le type *f* et puis le type *e* qui dominaient.

Chez les souches à type floral *i*, la proportion des types floraux des inflorescences des différents rameaux était identique. Ici c'est plutôt dans le pourcentage de la fécondation qu'une différence peut être établie entre les fleurs des gourmands, des pousses des coursons provenant de gourmand et des pousses des coursons de l'année précédente. Le plus haut pourcentage de fécondation est donné par les fleurs des pousses des coursons de l'année précédente.

Chez les souches à types floraux *j* et *k* nous ne trouvons pas d'autres types floraux. Les fleurs des gourmands aussi bien que celles des pousses des coursons de l'année précédente sont infertiles.

Les types floraux *j* et *k* se retrouvent dans un pourcentage restreint même dans les inflorescences composées d'autres fleurs gynoides, indépendamment de la position des rameaux.

Dans les inflorescences à type floral *x* des types floraux identiques se retrouvent indépendamment de l'origine des rameaux.

En ce qui concerne la floraison par non décapuchonnement, nous avons observé qu'elle apparaît plus souvent sur les gourmands, sur les pousses des coursons provenant de gourmand et sur les rameaux issus du bourrillon, que sur les pousses des coursons de l'année précédente.

Sur les rameaux portant plusieurs inflorescences, les formes intermédiaires développées des types floraux présents étaient, dans les cas examinés, plus nombreuses parmi les inflorescences supérieures des rameaux, c'est à dire, qu'elles présentaient un ou deux des types floraux suivants dans le système de groupement des types. Il y avait des rameaux — surtout du type floral *f* — sur lesquels des types floraux identiques se trouvaient dans les inflorescences supérieures et dans les inflorescences inférieures. Par contre sur quelques rameaux, les inflorescences inférieures présentaient des types floraux mieux développés que les supérieures.

Étudions donc comment se développe la proportion des différents types floraux chez certaines souches.

Dans les inflorescences de la souche No. 1 composées de fleurs androïdes, les boutons floraux *o* font 8,21 % de la totalité des fleurs, le type floral *a* 12,19 %, les types floraux *b* et *c* 28,70 %, le type floral *d* 50,79 % et le type floral *e* 0,07 %.

Dans les inflorescences de la souche No. 3 composées surtout de fleurs hermaphrodites la fleur *o* constitue 0,59 % de la totalité des fleurs, le type floral *a* 2,91 %, les types floraux *b* et *c* 8,41 %, le type floral *d* 13,37 %, le type floral *e* 14,68 % et le type floral *f* 60,04 %.

Chez la souche No. 5 toutes les inflorescences sont composées uniquement de fleurs du type *f*.

Si nous comparons maintenant la valeur des trois souches du point de vue de la probabilité de fécondation des types floraux nous obtenons l'aspect suivant :

Chez la souche No. 1 après la défloraison les fleurs *a*, *b* et *c* coulent sans s'être fécondées. Prenons 50 p. 100 comme pourcentage de probabilité de fécondation du type floral *d* qui constitue physiologiquement une forme intermédiaire entre les types floraux mâles et hermaphrodites et qui peut être très sensible aux changements de temps (tableau 4). Ainsi environ 25 p. 100 de la totalité des fleurs, c'est à dire de 1386 fleurs environ 346 fleurs peuvent se féconder, tandis que 75 p. 100 des fleurs coulent sans fécondation. Donc cette souche est une souche excessivement coularde et sa grappe renfermera beaucoup de baies apyrènes.

81,40% des fleurs de la souche No. 3 sont, de par leur structure, fonctionnelles, donc la possibilité de fécondation est aussi de 81,40%, c'est à dire que de 2370 fleurs, 1929 fleurs seront capables de se féconder. Cette souche peut donc être considérée comme une souche productive.

Dans les inflorescences prises sur la souche No. 5, 100 p. 100 des fleurs sont fonctionnelles de par leur structure, donc la possibilité de la fécondation est aussi de 100 p. 100.

Les inflorescences de la souche No. 7 renferment les types floraux suivants : $o = 1,95\%$, $a = \emptyset$, $b-c = 0,19\%$, $d = 4,83\%$, $e = 9,42\%$, $f = 37,17\%$, $g = 43,69\%$, $h = 2,70\%$. En dépit du fait que les types floraux gynoïdes dominent sur la souche, des types floraux androïdes s'y trouvent aussi en assez grand nombre. Il faut noter que les inflorescences où les types floraux gynoïdes et androïdes apparaissent ensemble en nombre important, sont très coulardes.

Le nombre des fleurs de l'inflorescence peut aussi être caractéristique. Généralement le plus grand nombre de fleurs se trouve dans les inflorescences composées en leur majorité de types floraux gynoïdes (*b*, *i*, *j*), cependant chez les souches à types floraux androïdes on trouve aussi des inflorescences composées d'un grand nombre de fleurs. Chez les souches à types floraux androïdes et hermaphrodites, les inflorescences composées d'un grand nombre de fleurs ont un pourcentage de types floraux androïdes stériles plus élevé que les inflorescences de taille moyenne. Les inflorescences composées de types floraux de caractère androïde très prononcé, portent relativement moins de fleurs. D'après quelques données publiées dans le tableau annexé, le nombre moyen des fleurs par inflorescence s'est précisé de la manière suivante :

Souche 1 (androïde) 277 fleurs
 Souche 3 (en majorité hermaphrodite) 338 fleurs
 Souche 5 (hermaphrodite) 251 fleurs
 Souche 7 (gynoïde) 398 fleurs
 Souche 10 (androïde) 222 fleurs.

Le Kadarka à feuilles croisées, qui ne figure pas dans le tableau, présente le plus petit nombre de fleurs. D'après les observations, les souches du Kadarka à feuilles croisées portent en moyenne deux-trois inflorescences avec un maximum de 20 à 30 fleurs hermaphrodites par inflorescence, et quoique celles-ci se fécondent bien, ce rendement est insuffisant pour rendre cette variété intéressante du point de vue de la pratique culturale.

c) Modification annuelle des types floraux des souches

L'observation pendant plusieurs années des fleurs des mêmes souches a permis de vérifier la modification des types floraux des souches, ainsi que la tendance de leur modification. Les types floraux androïdes sont les plus variables. Leur variabilité s'étend surtout aux types floraux délimités par les types floraux hermaphrodites *f*, *e* et le type mâle *a*. Dans certaines années, chez quelques souches, la proportion des types floraux stériles (*a*, *b*, *c*) augmente comparée aux types floraux physiologiquement intermédiaires (*d*) et hermaphrodites fertiles (*e*, *f*). Tandis que certaines années le nombre des types floraux infertiles diminue par rapport aux types hermaphrodites fertiles. Ce phénomène est évidemment en relation avec les conditions météorologiques, les conditions alimentaires et l'état physiologique de la plante. D'après nos observations, dans les années suivant des étés secs, le nombre de fleurs androïdes des souches à type floraux androïdes, augmente par rapport aux fleurs hermaphrodites fertiles. Après des étés ensoleillés et moyennement pluvieux, ainsi que dans la période de végétation subséquente à une fumure complète et abondante, la quantité des fleurs physiologiquement androïdes diminue par rapport aux fleurs hermaphrodites fertiles.

En outre la taille exerce aussi une action sur la proportion des types floraux androïdes portés par la même souche. Au moyen de la taille à tête en saule et d'une forte charge nous multiplions le nombre des types floraux androïdes à ovaires physiologiquement infertiles ; avec la taille à long bois et une charge favorable nous réduisons leur nombre. Des opérations culturales effectuées en vert, ce sont surtout l'épamprage, le pincement des rameaux fertiles et le rognage qui peuvent exercer une action sur cette relation. Si nous supprimons les gourmands avant la floraison, en outre si nous pinçons l'extrémité des rameaux fertiles quelques jours avant la floraison et aussi après le rognage des vignes sans tuteurs, le nombre des types floraux physiologiquement androïdes, stériles diminuera.

Nous avons pu observer un phénomène s'appuyant sur les mêmes raisons chez les souches dans l'inflorescence desquelles les type floraux hermaphrodites (*e* et *f*) à ovaire de petite taille et à ovaire de grande taille se trouvent l'un à côté de l'autre. De telles inflorescences renferment relativement moins de types floraux différents que celles du groupe précédent.

Les fleurs hermaphrodites *f* (à ovaire de grande taille) sont les plus constants types floraux. Chez les souches à fleurs hermaphrodites *f* nous ne rencontrons guère d'autres types floraux de même que nous ne remarquons aucune modification annuelle du type. C'est pourquoi au point de vue cultural ces fleurs sont de la plus haute valeur. Ce sont surtout les types floraux *e*, *g* qui accompagnent le type floral *f*, c'est à dire que la proportion annuelle des fleurs qui se fécondent avant le décapuchonnement peut varier. Ce phénomène ne provoque cependant pas de modification essentielle quant à la fécondité du type floral.

Les types floraux gynoïdes sont moins variables que les types floraux androïdes, cependant on remarque ici aussi une certaine modification, du type, particulièrement chez les souches portant une inflorescence dans laquelle les fleurs androïdes et les fleurs gynoïdes, ou bien tous les types gynoïdes sont présents. Ici aussi les modifications sont en corrélation avec les principes mentionnés plus haut.

Chez les souches qui ne portent que les types floraux *j* (fleurs s'ouvrant en étoile) et *k*, donc des types physiologiquement femelles, nous n'avons pas remarqué de modifications structurales, ni de modifications physiologiques dans les années consécutives. Il faut cependant noter que les rameaux des souches à fleurs s'ouvrant en étoile ont crû d'une manière extrêmement luxuriante et que les feuilles étaient de grande taille, à peine lobées.

Chez les souches à fleurs du type *i*, donc à fleurs gynoïdes anormales, fertiles, on a pu remarquer des variations structurales et physiologiques dans les années consécutives. La modification de la structure s'est manifestée en ce que certaines années le nombre des fleurs du type *f* présentes dans l'inflorescence était inférieure à celui des fleurs anormales et certaines années il lui était supérieur. Certaines années l'anomalie était plus accusée que dans d'autres. La modification physiologique consistait en une variation de la proportion des fleurs fonctionnelles et stériles.

En 1949 nous avons observé un phénomène curieux. Chez une souche de type floral normal hermaphrodite (*f*) nous avons remarqué dans l'inflorescence d'un rameau secondaire long de 1,5 cm à deux petites feuilles, la présence d'un grand nombre de fleurs à filets recourbés, donc physiologiquement, femelles. Ce phénomène a pu être causé par la mutation de bourgeons. Les fleurs anormales stériles du type sont infertiles d'année en année, en ce qui les concerne nous n'avons pu observer aucune modification de structure ni aucune modification physiologique.

Le Kadarka à feuilles croisées porte toujours des fleurs hermaphrodite, fertiles, et aucune modification structurale ou physiologique n'est observable chez les types floraux. C'est plutôt dans le rendement floral de la souche que se présente une modification : dans certaines années la souche ne porte pas de fleur du tout, dans d'autres, une ou deux petites inflorescences.

Dans les parcelles examinées nous avons établi la probabilité de fécondation de chacun des types floraux en ne laissant qu'un seul type floral dans l'inflorescence et en supprimant les autres. Les résultats de ces examens sont donnés dans le tableau 4.

En observant ce tableau nous constatons que les types floraux *a*, *b*, *c* ainsi que les types floraux *j*, *k*, et *x* sont absolument infertiles. 22 % du type floral *d*, 63,38 % du type floral *e*, 70,00 % du type floral *f*, 52,50 % du type floral *g*, 43,00 % du type floral *h* et 11,48 % du type floral *i* se sont fécondés. Ce pourcentage exprime donc la probabilité de fécondation des types floraux et par là, leur valeur culturale. Nous avons aussi étudié la fécondation des fleurs à inflorescences mélangées. Les données obtenues sont représentées par le tableau 5.

Dans le tableau nous avons démontré quels types floraux de l'inflorescence ensachée ont, pendant la floraison et après la défloraison, coulé sans fécondation, en outre nous avons aussi établi le pourcentage des fleurs fécondées par rapport au rendement floral de la souche, ainsi que le pourcentage des baies nouées restées dans la grappe après la chute naturelle.

On peut constater que le plus haut taux de fécondation a été atteint par les inflorescences renfermant uniquement des fleurs du type *e* et *f* (grappes 5, 6, 9, 11 et 28). Dans ces inflorescences en moyenne 77,34 % des fleurs se sont fécondées, et après la chute naturelle 68,59 % sont restées sous forme de baies.

Nous devons aussi signaler qu'en général ce sont les inflorescences composées de fleurs du type *f* qui ont montré le plus haut pourcentage de fécondation (70—80 %), la quantité moyenne des boutons floraux ayant été de 207,6. Après la fécondation et la coulure, en moyenne 156,8 baies sont restées sur la grappe. Chez les inflorescences composées d'un plus grand nombre de fleurs du type *e* et *f*, — comme étaient les grappes 17, 25, 29, 30 et 31 — le taux de la fécondation était moindre. Dans ces inflorescences le nombre moyen des fleurs était de 282,6 dont 66,54 % se sont fécondées et 47,67 % ont formé des baies. Le nombre moyen des baies était de 182,4 par grappe.

Comparons maintenant la valeur des inflorescences composées d'un plus ou moins grand nombre de fleurs du type *f*. Dans les inflorescences composées d'un plus grand nombre de fleurs du type *f* le nombre moyen des fleurs des inflorescences était de 84,29 % plus élevé que celui des fleurs des inflorescences composées d'un plus petit nombre de fleurs du type *f*. Le taux de fécondation des fleurs des inflorescences de plus grande taille était de 10,80 % plus élevé que celui des fleurs de l'inflorescence de petite taille.

Dans les grappes de petite taille 100 baies nouées (en moyenne 20 par grappe) ont coulé, c'est à dire 11,31 % des fleurs fécondées. Dans les grandes grappes 361 baies nouées (72,2 baies par grappe) ont coulé, c'est à dire 28,35 % des fleurs fécondées.

Dans les grappes provenant des grandes inflorescences le nombre des baies arrivées à maturité était de 16,32 % plus élevé que dans les grappes de petite taille.

Pour conclure nous pouvons donc établir qu'en considérant le nombre des fleurs de l'inflorescence, le pourcentage de fécondation des fleurs est plus haut dans les inflorescences portait un nombre plus réduit de fleurs que dans les inflorescences composées d'un grand nombre de fleurs, tandis que l'étendue de la perte des baies nouées provoquée par la coulure y est moindre. Cependant étant donné que les inflorescences de grande taille portent un nombre de baies arrivant à maturité supérieur à celui des inflorescences à taille moyenne, leur valeur culturale semble tout de même supérieure.

Les inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites présentent un taux de fécondation plus bas et plus variable, dépendant de la proportion des fleurs à ovaires fertile et à ovaire stérile. Donc si p. e. nous prenons pour base les grappes 2, 3 et 27 on aura l'aspect suivant (tableau 5). Le nombre moyen des fleurs d'une inflorescence est de 505,25, le nombre des fleurs se fécondant dans une inflorescence est de 65,75 et en moyenne 26,7 baies restent sur la grappe après la chute naturelle ; soit en p. 100 : 13,01 % des fleurs ont été nouées et 55,51 % des baies nouées ont coulé à l'époque de la chute naturelle.

Nous n'avons pas représenté dans le tableau des inflorescences ou auraient prédominé les types floraux *f* et *g*. Par contre nous avons examiné la fécondité des inflorescences à types floraux *j* et *k* et nous avons observé — de même que dans d'autres cas — que ce grand nombre de fleurs n'a pas donné une seule baie.

Donc, il s'ensuit de ces derniers exemples, que dans les inflorescences composées principalement de fleurs androïdes, le taux de fécondation est d'autant plus bas et la coulure des jeunes baies d'autant plus haute qu'il y a davantage de types floraux physiologiquement mâles et intermédiaires par rapport aux fleurs hermaphrodites fonctionnelles.

Selon les types floraux, la distribution des souches des parcelles expérimentales est la suivante :

Dans la parcelle expérimentale *A* consistant de 766 souches il y avait 95 souches (12,40 %) à fleurs androïdes et hermaphrodites, 374 souches (48,82 %) à inflorescences composées uniquement de fleurs hermaphrodites du type *e* (ovaire de petite taille), 88 souches (11,48 %) à fleurs hermaphrodites type *f* à ovaire de grande taille, 65 souches (8,48 %) à fleurs mixtes hermaphrodites : types *e* et *f* se fécondant après le décapuchonnement, et se fécondant sans décapuchonnement, 59 souches (7,70 %) à fleurs androïdes, hermaphrodites et gynoïdes, 7 souches (0,91 %) à fleurs anormales, fertiles gynoïdes, 3 souches (0,31 %) à fleurs s'ouvrant en étoile, 1 souche (0,13 %) à inflorescence composée de fleurs anormales infertiles et 74 souches à feuilles croisées (9,66 %) portant des fleurs hermaphrodites.

Des 209 souches de la parcelle expérimentale *B*, 36 souches (17,22 %) portaient des fleurs androïdes et hermaphrodites, 18 (8,61 %) des fleurs herma-

phrodités du type *e*, 106 (50,71%) des fleurs hermaphrodités *f*, 7 (3,34%) des fleurs mélangées hermaphrodités des types *e* et *f* se fécondant après décapuchonnement et se fécondant sans décapuchonnement, 12 (5,74%) des fleurs mélangées mâles et gynoides, 3 (1,43%) des fleurs anormales, fertiles gynoides, 4 (1,91%) des fleurs anormales infertiles, 5 (2,39%) des fleurs s'ouvrant en étoile, 13 souches à feuilles croisées (6,22%) portaient des fleurs hermaphrodités et 5 souches (2,32%) étaient absolument infertiles.

Connaissant la probabilité de fécondation des types floraux et celle des conditions de fécondation des inflorescences composées de différents types floraux, voyons quel est le pourcentage effectif de fécondation du rendement floral des groupements des types de la parcelle expérimentale *A*, le pourcentage relatif de fécondation des grappes, ainsi que le niveau de fécondation. Le pourcentage effectif de fécondation du rendement floral du groupement des fleurs hermaphrodités et androïdes mélangées est de 24,25%, celui du groupement des fleurs hermaphrodités à petits ovaires de 59,31%, celui du groupement des fleurs hermaphrodités à grands ovaires de 72,04%, celui du groupement des fleurs hermaphrodités mélangées se fécondant après décapuchonnement et se fécondant sans décapuchonnement de 56,93%, celui du groupement à inflorescence mélangée, composée de fleurs androïdes, hermaphrodités et gynoides de 11,29%, celui du groupement des fleurs anormales, fertiles de 12,00% et celui du groupement à feuilles croisées à inflorescence composée de fleurs hermaphrodités de 56,00%.

Le niveau effectif de fécondation du rendement floral de la parcelle expérimentale *A* renfermant 766 souches est de 51,46%, celui de la parcelle *B* de 52,51%. Prenant pour base la fécondation du rendement floral de la parcelle expérimentale *A*, le pourcentage effectif de fécondation du groupement des types floraux se fécondant le mieux dépasse de 25,29% la moyenne de la parcelle.

Le pourcentage de fécondation relatif des inflorescences peut être précisé comme suit :

Une fécondation relative de 56,32% été observée chez le groupe des types floraux mixtes, androïdes et hermaphrodités, une de 72,26% chez les inflorescences composées de fleurs hermaphrodités (*e*) à ovaire de petite taille, une de 87,22% chez le groupement de types à inflorescences composées de fleurs hermaphrodités (*f*) à ovaire de grande taille, une de 58,94% chez le groupement des types à fleurs hermaphrodités mixtes se fécondant après le rejet de la coiffe, et se fécondant sans décapuchonnement, une de 23,60% chez le groupement à inflorescence composée de fleurs mélangées, androïdes, hermaphrodités et gynoides, une de 24,70% dans le groupe à inflorescence composée de fleurs anormales, fertiles, et une de 65,00% dans le groupe à inflorescence composée de fleurs hermaphrodités de la souche à feuilles croisées. Le niveau relatif de fécondation de la parcelle est de 61,93%. Le groupement du type floral *f* dépasse cette valeur de 20,58%.

Analyse du rendement des souches à types floraux différents

En vue de l'analyse du rendement des différents groupements de types floraux nous avons vendangé la récolte séparément dans la parcelle *A* et dans la parcelle *B*. Pendant la vendange nous avons cueilli séparément les fruits de chaque souche. Nous avons employé une partie de la récolte à l'analyse comparative des grappes et des baies, l'autre partie, la plus importante, a servi à établir l'indice de fructification des souches à types floraux différents.

En vue de l'analyse comparative des grappes et des baies nous avons qualifié les grappes cueillies au moyen de la méthode signalée plus haut : nous avons mesuré la longueur de l'axe de grappe, nous avons compté le nombre de baies pyrénées et apyrènes parvenues à maturité et celui des jeunes baies vertes des grappes de différente qualité, nous avons calculé la longueur de l'axe de grappe par rapport à une baie pyrénée, à une baie apyrène et à une jeune baie verte, nous avons déterminé le poids des grappes de différentes qualité, le poids moyen, la longueur et la largeur des baies pyrénées et apyrènes des souches à types floraux différents et nous avons compté le nombre moyen des pépins des baies. Les résultats de l'analyse sont représentés par les tableaux 6 et 7.

Dans la parcelle expérimentale *A* nous avons analysé le rendement des souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*) de fleurs hermaphrodites (*e*) à ovaire de petite taille, de fleurs hermaphrodites (*f*) à ovaire de grande taille et de fleurs anormales fertiles (*i*) dans la parcelle *B* nous avons en outre analysé la grappe des fleurs gynoïdes mélangées.

Longueur moyenne de l'axe des grappes. En moyenne l'axe des grappes provenant des souches à fleurs hermaphrodites (*f*) à ovaire de grande taille était le plus long (*A* : 97,53 et *B* : 97,69 mm), l'axe des grappes provenant des souches à fleurs hermaphrodites (*e*) à ovaire de petite taille était presque identique ou un peu plus court (*A* : 97,40, *B* : 91,47 mm). La longueur de l'axe des grappes des souches à inflorescences composées de fleurs mixtes androïdes et hermaphrodites était sensiblement plus court (*A* : 88,00, *B* : 83,30 mm). L'axe des grappes des souches à fleurs anormales fertiles (*i*) était d'une longueur encore moindre (*A* : 73,41, *B* : 50,35 mm) et l'axe des grappes provenant des souches à inflorescences composées de fleurs gynoïdes mélangées examinées dans la parcelle *B* était le plus court (*B* : 48,33 mm).

La longueur de l'axe varie — même à l'intérieur du même groupement des types — selon la qualité de la grappe. En examinant le rendement de la parcelle *A*, nous trouvons que l'axe des grappes de I^e qualité est le plus long, les axes des grappes de II^e, III^e, IV^e, V^e qualité décroissent avec la qualité. Le rendement des souches à fleurs anormales fait exception à la règle : là c'est l'axe des grappes de III^e qualité qui est le plus long, les axes des grappes de IV^e et V^e qualité deviennent successivement plus courts, et l'axe de II^e qualité est le plus court.

Dans la parcelle *B* nous n'avons pas observé la même régularité dans la longueur moyenne de l'axe des grappes provenant des différents groupes qualitatifs de la récolte que dans la récolte provenant de la parcelle expérimentale *A*. Ici ce ne sont pas les axes des grappes de I^e qualité qui sont les plus longs, mais ceux d'une autre grappe quelconque, le plus souvent ceux des grappes de II^e ou de III^e qualité.

Il nous faut encore signaler qu'alors que l'axe des grappes de I^e qualité provenant des souches à différents types floraux est approximativement de même longueur, la longueur moyenne de l'axe des grappes de II^e, III^e et de celles de IV^e et V^e qualité présente des divergences assez importantes.

Nombre moyen des baies dans une grappe. Nous remarquons que le nombre moyen des baies des grappes des différents groupements des types varie bien davantage que la longueur moyenne des axes des grappes. La quantité et la proportion des baies mûres pyrénées et apyrènes permet de déduire les conditions de fécondation des différents groupements des types. Si nous considérons que, du point de vue de la production, ce sont les baies venues à maturité qui comptent, il faut aussi faire entrer en ligne de compte le nombre total des baies pyrénées et apyrènes.

Dans les deux parcelles expérimentales les grappes des souches à fleurs hermaphrodites (*f*) à ovaire de grande taille ont porté le plus grand nombre de baies (*A* : 119,23 pyrénées et 2,41 apyrènes, total : 121,64 baies, *B* : 77,38 pyrénées et 6,79 apyrènes, total : 84,17 baies), viennent ensuite les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille avec le nombre de baies suivant : *A* : 80,83 pyrénées, 6,06 apyrènes, total : 86,89, *B* : 63 pyrénées et 5,23 apyrènes, total : 68,23. Dans l'ordre de leur succession ce sont les souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites qui occupent la troisième place par le nombre de leurs baies (*A* : 37 pyrénées, 13,79 apyrènes, total : 50,79 baies, *B* : 38,66 pyrénées, 8,63 apyrènes, total : 47,29). Nous avons compté encore moins de baies dans les grappes des souches à fleurs anormales fertiles (*A* : 26,11 pyrénées, 0,06 apyrènes, total : 26,17, *B* : 9,66 pyrénées, 2,66 apyrènes, total : 12,31), le nombre de baies était en général le moindre dans les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs gynoides mélangées (*B* : 4 pyrénés, 6,33 apyrènes, totaux : 10,33).

À l'intérieur des groupements des types le plus grand nombre de baies se trouve généralement dans les grappes de I^e qualité, et le nombre moyen des grappes diminue avec la qualité de la grappe.

Si nous comparons les parcelles *A* et *B* nous remarquons, que dans chaque groupement des types de la parcelle *B* le nombre moyen des baies par grappe est moindre que dans le groupement des types correspondant de la parcelle *A*. Ce phénomène est dû à ce que les souches de la parcelle *B* sont beaucoup plus

âgées que les souches de la parcelle *A*, elles sont même dans un état de vieillissement, donc dans une plus mauvaise condition.

Phénomène digne d'attention: dans les deux parcelles ce sont les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites et celles des souches à inflorescences composées de fleurs gynoides qui, en moyenne ont totalisé le plus grand nombre de baies apyrènes.

Il se peut que chez les fleurs androïdes le pouvoir fonctionnel des ovules soit défectueux et chez les fleurs gynoides celui des grains de pollen.

Dans les grappes des souches à fleurs hermaphrodites nous avons trouvé un nombre médiocre de baies apyrènes et dans les grappes des souches à fleurs anormales, fertiles nous en avons trouvé un nombre infime.

Si à l'intérieur des groupements des types, nous jetons un coup d'oeil sur la proportion des baies pyrénées et apyrènes dans les grappes de différente qualité, nous remarquons que par rapport aux baies pyrénées le nombre des baies apyrènes augmente généralement dans les grappes de qualité inférieure. Ce phénomène peut être évidemment ramené à la variabilité du pouvoir fonctionnel des types floraux des rameaux à fruit provenant des différents endroits de la souche.

Le nombre par grappe des jeunes baies vertes n'arrivant pas à maturité est également caractéristique. En moyenne le plus grand nombre de baies vertes est totalisé par les grappes des souches à fleurs hermaphrodites ($A = e : 5,86$, $B = f : 8,63$), un nombre médiocre par les grappes des souches à fleurs androïdes ($A : 4,55$, $B : 1,84$) et le plus petit nombre par les grappes des souches à fleurs gynoides ($B : 0,66$) et des souches à fleurs anormales fertiles ($A : 1,11$, $B : 1,00$). Ce phénomène peut aussi se rapporter aux conditions de fécondation, cependant il doit encore être soumis à une étude approfondie.

Un autre aspect se présente si nous comparons la proportion des baies venues à maturité et des jeunes baies vertes dans les grappes provenant des groupements des types des deux parcelles expérimentales. En examinant les jeunes souches bien alimentées de la parcelle *A* nous avons été en mesure d'observer que la proportion des jeunes baies vertes par rapport aux baies pyrénées et apyrènes était la plus forte dans les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites : $11,1 : 1$, alors que dans la parcelle *B* elle n'était que de $25,6 : 1$. La place médiale est occupée dans les deux parcelles expérimentales par la proportion des baies venues à maturité et des baies vertes dans les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs hermaphrodites (*e*) à ovaire de petite taille ($A : = 14,8 : 1$, $B : = B : = 15,8 : 1$). Dans la récolte des souches à fleurs anormales fertiles de la parcelle *A* la proportion des baies vertes par rapport aux baies venues à maturité est sensiblement réduite ($23,4 : 1$) et elle l'est encore davantage dans les grappes des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille ($50,4 : 1$). Dans les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs mélangées

gynoïdes et de fleurs anormales, fertiles de la parcelle *B* on trouve une quantité moyenne de baies venues à maturité pour une baie verte (15,5, respectivement 12,3 : 1), et finalement le plus grand nombre de baies vertes par rapport aux baies venues à maturité est trouvé dans les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille (9,7 : 1).

Si à l'intérieur du même groupement des types nous comparons la proportion des baies venues à maturité et des baies vertes dans les grappes de différente qualité, nous remarquons que la proportion augmente généralement avec la qualité des grappes, bien que nous ne trouvions pas une corrélation aussi régulière que dans la proportion des baies pyrénées et apyrènes. Il semble que le nombre des jeunes baies vertes diminue en proportion de l'accroissement relatif du nombre des baies apyrènes.

La longueur de l'axe de la grappe par rapport à une baie exprime encore plus précisément les conditions de fécondation des inflorescences des groupements des types. Dans les deux parcelles expérimentales la longueur de l'axe par rapport à une baie est plus réduite dans les grappes des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille ($A = 1 : 0,81$ mm, $B = 1 : 1,26$ mm) et dans les grappes des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille ($A = 1 : 1,20$ mm, $B = 1 : 1,45$ mm). La longueur de l'axe par rapport à une baie augmente dans les grappes des souches à fleurs androïdes et hermaphrodites ($A = 1 : 2,37$ mm, $B = 1 : 2,15$ mm), et dans les souches à fleurs anormales, fertiles ($A = 1 : 2,81$ mm, $B = 1 : 5,20$ mm). L'axe le plus long par rapport à une baie se trouve dans les grappes provenant des fleurs gynoïdes ($B = 1 : 12,08$ mm).

Dans le groupement des types de la parcelle expérimentale *A* la longueur de l'axe pour une baie apyrène varie inversement à la proportion de la longueur de l'axe pour une baie pyrénée, c'est-à-dire que pour une baie apyrène l'axe le plus court se trouve chez les souches à inflorescences composées de fleurs androïdes (1 : 6,38) et chez les souches à inflorescences composées de fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille (1 : 16,05 mm). Dans les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille la longueur de l'axe par rapport à la baie est de 40,43 mm tandis que chez les souches à fleurs anormales fertiles, elle n'est que de 1248 mm.

Dans la parcelle expérimentale *B* la longueur de l'axe pour une baie apyrène est la plus petite dans les grappes des souches composées de fleurs gynoïdes (1 : 7,63 mm) et dans les grappes des souches composées de fleurs androïdes (9,64 mm). Dans les grappes provenant d'une souche à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille, l'axe est de longueur moyenne pour une baie apyrène (1 : 14,37 mm). L'axe par rapport à une baie est le plus long dans les grappes provenant de souches à inflorescences composées de fleurs anormales, gynoïdes et de fleurs à ovaire de petite taille (1 : 18,87, respectivement 1 : 17,48 mm).

Au sein des groupement des types, la longueur de l'axe qui revient à une baie apyrène est généralement plus grande chez les grappes de meilleure qualité que chez celles de qualité inférieure.

La longueur de l'axe qui revient à une baie verte se précise aussi d'une façon caractéristique. Dans la parcelle expérimentale *A* l'axe le plus court par baie est trouvé dans les grappes provenant de souches à inflorescences composées de fleurs à ovaire de petite taille et de souches à inflorescences composées de types floraux androïdes (1 : 16,60, respectivement 1 : 19,33 mm). Dans les grappes provenant de souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille la longueur de l'axe par jeune baie verte est moyenne (1 : 40,43 mm), et elle atteint le maximum dans les grappes des souches à fleurs anormales fertiles (1 : 65,68 mm).

Dans la parcelle *B* ce sont les grappes provenant de souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille et celles des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille qui montrent une longueur minimum d'axe par jeune baie verte (1 : 11,31 mm, 1 : 21,30 mm). Dans les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites la longueur de l'axe par baie est moyenne (1 : 45,66 mm), elle est plus considérable dans les grappes provenant de souche à inflorescences composées de fleurs anormales, fertiles (1 : 50,33 mm), et elle est maximum dans les grappes des souches à fleurs gynoides (1 : 72,50 mm).

Poids moyen d'une grappe. Dans la parcelle *A* et dans la parcelle *B* ce sont les grappes des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille qui ont donné le poids moyen le plus élevé (*A* : 25,27 dag., *B* : 15,63 dag.). Venaient ensuite les grappes provenant des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille (*A* : 18,53 dag., *B* : 15,38 dag.). Le poids moyen des grappes des souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites était sensiblement moindre (*A* : 8,70 dag., *B* : 7,16 dag.) et le poids minimum a été donné par les grappes formées des fleurs anormales, fertiles et des fleurs gynoides (*A* : 4,26 dag., *B* : 2,53, *B* : 1,46 dag.).

Comme nous le voyons dans le tableau — en considérant les souches à différents types floraux — les grappes de I^e qualité sont les plus lourdes et le poids des grappes diminue en même temps que la qualité.

Si nous comparons le poids moyen des grappes provenant de souches à différents types floraux, mais appartenant à la même catégorie qualitative nous remarquons que le poids moyen des grappes de II^e et de III^e qualité est approximativement identique, par contre un écart considérable peut être observé dans le poids moyen des grappes de I^e qualité. Ainsi p. e. dans la parcelle *A* les grappes provenant des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille (*f*) étaient les plus lourdes (29,64 dag), puis venaient les grappes de première qualité des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille (26,80 dag.). Les grappes de I^e qualité provenant des souches à inflores-

cences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites pesaient le moins (19,33 dag.).

Dans la parcelle expérimentale *B* les grappes des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille étaient les plus lourdes (23,73—20,80 dag.), puis venait le poids moyen des grappes de I^e qualité des souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites (11,90 dag.).

On peut donc conclure de ce qui précède que l'âge et l'état de la plantation influent considérablement même sur le poids moyen des grappes de la même qualité.

Taille, poids et nombre des pepins de la baie. Les baies formées de fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille étaient en moyenne les plus grandes ($17,54 \times 16,80$ mm), puis venaient les baies pyrénées formées de fleurs anormales fertiles ($16,16 \times 16,42$), les plus petites étaient celles formées de fleurs androïdes ($15,05 \times 14,45$ mm). En revanche les baies apyrènes étaient de plus grande taille dans les grappes des souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites ($10,38 \times 10,23$ mm) et de taille plus réduite dans les grappes des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille ($9,20 \times 9,08$).

Dans la parcelle *A* le poids moyen des baies pyrénées formées de fleurs anormales fertiles était le plus grand (3,09 g), après quoi venaient, dans la parcelle *A* et dans la parcelle *B* les baies formées de fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille avec un poids moyen de: *A* : 2,77 g, *B* : 2,88 g. les plus légères étaient les baies formées de fleurs androïdes et hermaphrodites (*A* : 2,37 g, *B* : 2,06 g).

Dans la parcelle *A* le poids moyen des baies apyrènes varie dans les proportions suivantes : baies apyrènes des grappes provenant de souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites : 1,04 g, baies apyrènes des grappes provenant de souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille : 0,88 g et baies apyrènes des grappes des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille : 0,87 g.

Dans la parcelle *B* le poids moyen des baies se modifiait comme suit : baies apyrènes provenant de fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille : 0,95 g, baies apyrènes provenant de fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille : 0,70 g ; ce sont les baies apyrènes provenant d'inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites qui pesaient le moins.

La différence dans le poids moyen des baies apyrènes des deux parcelles permet de penser qu'il existe un certain équilibre dans l'intensité de l'accroissement des baies apyrènes et pyrénées. La présence d'un certain nombre de baies pyrénées agit favorablement sur la croissance des baies apyrènes, par contre la présence d'un trop petit nombre ou d'une trop forte proportion de baies pyrénées peuvent inhiber la croissance des baies apyrènes.

Comme nous le voyons dans le tableau 8 le poids moyen des baies provenant de différents types floraux ainsi que la proportion des baies vides et de

celles qui submergent dans l'eau de forage est aussi extrêmement caractéristique.

En comparant les observations fournies par les parcelles *A* et *B*, il ressort que les caractères des grappes des souches à différents types floraux (longueur moyenne de l'axe, nombre moyen par grappe des baies parvenues à maturité, taille et poids des baies, proportion et poids des baies pyrénées et apyrènes, poids moyen des grappes) présentent une régularité identique. On remarque cependant une différence dans le développement qualitatif et quantitatif des caractères examinés. P. ex. dans la parcelle *A* en moyenne l'axe des grappes était plus long, plus de baies se trouvaient dans une grappe, il y avait un plus grand nombre de baies par unité d'axe, et le poids de la grappe et de la baie apyrène était considérablement plus grand. Cette divergence est évidemment déterminée par la différence dans l'âge, la condition et l'état physiologique des souches des deux parcelles.

Analyse comparative de la fructification des souches à différents types floraux

En vue des examens nous avons vendangé la récolte de 101 souches. De ces 101 souches il y en avait 12 à inflorescences composées de fleurs mélangées androïdes et hermaphrodites, 40 à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille (*e*), 16 à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille (*f*), 7 à inflorescences composées de fleurs se fécondant après le décapuchonnement, de fleurs se fécondant sans décapuchonnement et de fleurs à ovaire de grande taille et à ovaire de petite taille, 4 à inflorescences composées de fleurs mélangées androïdes et gynoïdes, 4 à fleurs anormales fertiles, 4 à fleurs à dehiscence en étoile, 4 à fleurs anormales infertiles et enfin 10 à feuilles croisées à fleurs hermaphrodites. D'après la compacité des grappes nous avons établi la classification du rendement comportant cinq classes. Les grappes dépourvues d'axe ont été classées dans la VI^e classe. Nous avons calculé à base du rendement total des vignes le nombre et le poids moyen des grappes d'une souche des groupements des types floraux, ainsi que le poids moyen d'une grappe prise séparément, et en tenant compte des résultats fournis par le rendement nous avons calculé — en quintal — le poids du rendement probable par arpent des différents groupement des types (tableau 9).

Nombre moyen des grappes d'une souche. Le rendement moyen des souches à types floraux normaux, exprimé en fonction du nombre des grappes, varie de la manière suivante : le rendement moyen le plus élevé a été atteint par les souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille (*f*) : 6,12 grappes par souche ; venait ensuite le rendement des souches à inflorescences composées de fleurs hermaphrodites à ovaires de grande et de petite taille ; à fleurs se fécondant avec ou sans décapuchonnement : 5,71 grappes par souche ; celui des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille : 5,47 grappes par souche ; celui des souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et de

fleurs hermaphrodites : 5,25 grappes par souche ; puis celui des souches à inflorescences composées de fleurs mélangées androïdes et gynoïdes : 4,25 et enfin celui des souches de Kadarka à feuilles croisées : 1,5. Le rendement des souches à fleurs anormales fertiles avec un nombre moyen de 7 grappes par souche dépasse de beaucoup même le rendement des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille.

La répartition des grappes suivant la qualité est très variable. Le rendement des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille renferme le plus grand nombre de grappes de I^e qualité, les grappes de II^e qualité prédominent chez les souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites, de fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille, de fleurs hermaphrodites se fécondant avec décapuchonnement et se fécondant sans décapuchonnement, de fleurs mélangées androïdes et gynoïdes, et chez les souches de Kadarka à feuilles croisées, par contre chez les souches à fleurs anormales fertiles les grappes de V^e qualité forment la majorité.

Rendement moyen d'une souche, exprimé en fonction du poids. Le rendement moyen des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille est de 107,62 dag., vient ensuite celui des souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille : 80,35 dag. ; le rendement moyen des souches à fleurs mélangées se fécondant après le décapuchonnement et se fécondant sans décapuchonnement est de 67,71 dag, celui des souches à fleurs androïdes et fleurs hermaphrodites de 50,73 dag. Le rendement moyen des souches à inflorescences composées de fleurs mélangées androïdes et gynoïdes est de 27,07 dag et celui des souches à fleurs anormales fertiles de 28,77 dag, et le rendement moyen le plus médiocre est celui du Kadarka à feuilles croisées : 7,93 dag.

Poids moyen des grappes. L'analyse de ce groupement démontre qu'ici aussi les souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille (*f*) ont donné les grappes les plus lourdes (17,57 dag), la deuxième place étant occupée par les grappes des souches à fleurs hermaphrodites *e* d'un poids moyen de 14,67 dag. Les souches à fleurs androïdes et fleurs hermaphrodites ainsi que les souches se fécondant par décapuchonnement et à fleurs se fécondant sans décapuchonnement ont donné des grappes d'un poids médiocre et presque identique, c'est à dire de 9,66, respectivement de 10,60 dag. Le poids moyen des grappes des souches à inflorescences composées de fleurs mélangées androïdes et gynoïdes est de 6,37 dag. Les souches à fleurs anormales fertiles ont donné des grappes de 4,11 dag et celles du Kadarka à feuilles croisées des grappes de 5,28 dag.

En comparant le poids moyen des grappes de différente qualité nous avons remarqué qu'ici aussi le poids moyen des grappes de I^e et de II^e qualité varie sensiblement selon les groupements des types.

Rendement approximatif des groupements des types par arpent. En partant de la récolte de l'année 1954 et en prenant pour base un arpent, on obtient le rendement suivant : souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille :

53,80 q ; souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille : 40,17 q ; souches à fleurs se fécondant après le décapuchonnement et fleurs se fécondant sans décapuchonnement : 33,85 q ; souches à fleurs androïdes et fleurs hermaphrodites : 25,36 q ; souches à fleurs anormales fertiles : 14,38 q ; souches à inflorescences composées de fleurs mélangées androïdes et gynoïdes : 13,53 q ; souches à feuilles croisées : 3,96 q.

Si, en considérant les souches à différents types floraux, on indique par 100 la fructification des souches à types floraux donnant régulièrement la récolte la plus élevée et si on lui compare la fructification des souches à d'autres types floraux, on obtient *l'indice de fructification* des souches appartenant aux différents groupements des types. L'indice de fructification se prête non seulement à la comparaison des cépages de Kadarka mais aussi à celle de la fructification des variétés des autres cépages et même à la comparaison réciproque de la fructification des différents cépages entre eux. L'indice de fructification des variétés du Kadarka choisies à base des types floraux s'est précisé de la manière suivante (tableau 10).

L'indice de fructification des souches à type floral hermaphrodite à ovaire de grande taille est 100,00, puis viennent les souches à fleurs hermaphrodites à ovaire de petite taille avec un indice de fructification de 74,66. Viennent ensuite les souches portant des fleurs se fécondant après le décapuchonnement et des fleurs se fécondant sans décapuchonnement avec un indice de fructification de 62, 91, les souches à fleurs androïdes et hermaphrodites avec un indice de 47,13, les souches à fleurs anormales fertiles avec un indice de 26,73, les souches à inflorescences composées de fleurs mélangées androïdes et gynoïdes avec un indice de 25,15 et les souches de Kadarka à feuilles croisées avec un indice de 7,36. Les souches portant des fleurs anormales stériles et celles ne portant que des fleurs à déhiscence en étoile ont l'indice 00,00, vu qu'elles sont absolument stériles.

Les valeurs publiées montrent quelles sont les variétés du cépage de Kadarka qui dans les conditions données donnent le rendement maximum et dont la rentabilité dans la pratique culturale pourrait être la plus élevée. En connaissance de l'indice de la fructification des différentes variétés nous avons calculé le niveau de fructification de la parcelle expérimentale renfermant 766 souches, comparé à la variété la plus fructifère. D'après cela le niveau de fructification de la parcelle est de 62,01. En supprimant les groupements des types moins fructifères la fructification des parcelles pourrait être haussée de 62% et les possibilités inhérentes aux cépages pourraient être exploitées au maximum.

Teneur en matière sèche et en sucre de la récolte des souches à différents types floraux

Ce n'est qu'en 1954 que nous avons effectué des investigations sur la teneur en matière sèche et en sucre dans la récolte des souches à différents

types floraux. Les résultats des mesurages effectués sur la teneur en matière sèche et en sucre sont les suivants :

Tableau 11

Teneur des baies provenant des différents types floraux en matière sèche et en sucre

Type floral	Teneur des baies en matière sèche dosé par refractomètre		Teneur des baies en sucre en g/l	
	pyrénées	apyrènes	pyrénées	apyrènes
a— b— c— d— e—	20,0	23,0	195,07	221,22
e	20,5	23,0	187,67	218,70
f	19,8	22,0	195,07	207,33
i	19,5	—	—	—

Comme l'indique le tableau il n'y a pas de différence sensible dans la teneur en matière sèche et en sucre des récoltes des variétés à différents types floraux. Les souches à types floraux hermaphrodites *e* et *f* qui ont un rendement élevé ne sont pas en reste du point de vue de la richesse en sucre avec les souches à fleurs androïdes et hermaphrodites et celles à fleurs anormales stériles dont le rendement est considérablement plus bas.

Corrélation entre les types floraux et les caractères des feuilles

Au cours de l'examen des types floraux nous nous sommes proposé de résoudre la question de la corrélation entre les types floraux et les caractères des feuilles. D'après leurs formes, les feuilles du cépage de Kadarka peuvent être divisées en 4 groupes :

Forme de feuille -A. Limbe de taille moyenne, longueur et largeur approximativement identiques. Pentagonale, faiblement découpée, trilobée, sinus latéraux peu profonds, sinus pétiolaire ouvert ou plus ou moins fermé. Sinus pétiolaire à la forme d'un U étroit ou la forme d'un O.

Forme de feuille -B. Limbe de taille moyenne, plus longue que large. 3—5-lobé, sinus latéraux peu profonds. Sinus pétiolaire fermé à la forme d'un O étroit, les côtés de sinus se superposent fréquemment et ce recouvrement est si fortement accusé qu'il ne se développe pas de sinus. Limbe âpre au toucher, ridé (coriacé).

Forme de feuille -C. Limbe de taille moyenne, 5-lobée, sinus latéraux médiocrement profonds. Sinus latéraux supérieurs ouverts ou se fermant, partie inférieure des sinus latéraux s'arque étroitement. Sinus pétiolaire fermé, en forme de O plus large que ceux des variétés précédentes. Caractérise le Kadarka «pied plat» (lúdtalpu kadarka).

Forme de feuille-D. Limbe de taille moyenne, 5-lobé, sinus latéraux supérieurs profonds, fermés et nettement triangulaires, s'écarte en cela de la forme de feuille C. Sinus pétioleaire fermé, court, large, en forme de O. Feuille du soi-disant Kadarka à feuilles croisées.

On trouve aussi parmi les quatre types de feuilles caractéristiques des formes intermédiaires.

D'après nos observations, les types floraux «couleurs» androïdes, gynoides et hermaphrodites se rencontrent le plus fréquemment chez les souches dont les feuilles ont la forme A et B. Par contre nous avons rencontré des souches à feuilles de forme A et B portant des fleurs hermaphrodites fertiles.

Le type de feuille C est la plupart du temps celui qui, caractérise les souches du «Kadarka noble» (nemes kadarka) qui portent tous les ans des fleurs hermaphrodites fertiles donnant de belles grappes compactes. Mais il y a bien entendu des exceptions.

Le type de feuille D est la forme de feuille caractéristique des souches de Kadarka à feuilles croisées (kereszteslevelű kadarka). Les souches à feuilles croisées portent en général tous les ans un grand nombre de rameaux, mais un très petit nombre de fleurs et donnent en conséquence une très faible récolte.

Mise au point des résultats

En dernière analyse les résultats théoriques et pratiques de nos recherches sont les suivants :

1. Nous avons établi que tous les types floraux normaux de base et intermédiaires se rencontrent à l'intérieur du cépage de Kadarka outre plusieurs types caractéristiques anormaux, fertiles et anormaux stériles. Parmi les types floraux androïdes nous avons découvert le type physiologiquement intermédiaire entre les types floraux hermaphrodites et androïdes. Nous avons calculé le rapport entre le pistil et la longueur des filets ($g : a$) chez les types floraux. Ce chiffre caractérise bien les types pris séparément.

2. Nous avons établi le système des types du cépage de Kadarka à base des caractères morphologiques et physiologiques caractéristiques des types floraux tout en faisant entrer en ligne de compte les corrélations philogénétiques. De plus nous avons, en tenant compte des corrélations identiques, muni d'un symbole les types floraux pris séparément et nous avons aussi donné des symboles caractéristiques aux types floraux intermédiaires et anormaux qui n'avaient pas été muni de symboles jusqu'ici. Dans le système des types nous avons désigné les types structuraux par les lettres minuscules de l'alphabet latin et les types physiologiques par des chiffres romains.

3. Nous avons vérifié qu'à l'intérieur de la même souche, de la même inflorescence ce ne sont que les types hermaphrodites à ovaire de grande et

de petite taille, les types anormaux fertiles, les types s'ouvrant complètement ou partiellement en étoile et les types anormaux stériles qui se rencontrent le plus souvent sans être mélangés à d'autres types floraux, cependant il arrive fréquemment que la plupart de ces mêmes types floraux se rencontrent aussi mélangés à des types différents. Les autres types floraux se rencontrent la plupart du temps en état mélangé. D'ordinaire la même inflorescence renferme des types floraux de caractère sexuel identique, donc des types floraux ou bien androïdes ou bien gynoïdes et dans l'un et l'autre cas de fleurs hermaphrodites. Nous avons cependant réussi à trouver dans un petit nombre d'inflorescences des fleurs androïdes et gynoïdes ensemble. Généralement un type floral domine dans les inflorescences à fleurs mélangées, les types floraux les plus rapprochés de par leur structure et physiologiquement sont présents dans un nombre important, tandis que le nombre des types floraux plus éloignés de par leur structure et physiologiquement, diminue proportionnellement.

Chez les souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites, la proportion des différents types floraux se précise d'une manière caractéristique dans les inflorescences des rameaux à fruits occupant des positions différentes sur la souche. Ainsi dans les inflorescences portées par des gourmands médiocrement et faiblement productifs prédominent les types floraux physiologiquement mâles, les types floraux intermédiaires et occasionnellement les fleurs physiologiquement intermédiaires *d* ou les fleurs hermaphrodites fertiles. Une proportion identique des types floraux est à remarquer dans l'inflorescence portée par le rameau fertile qui a pris naissance dans le bourrillon des coursons provenant de gourmands. Chez les rameaux issus des bourgeons supérieurs, bien développés des coursons provenant de gourmands la proportion diffère, les types floraux fertiles apparaissent dans un nombre plus important tandis que le nombre des types physiologiquement mâles, des types mâles d'après leur structure et des types intermédiaires diminue, bien qu'il soit encore assez considérable. Dans les inflorescences portées par le rameau fertile des coursons de l'année précédente, les types floraux hermaphrodites sont présents dans un nombre encore plus grand, par contre ou bien les types floraux intermédiaires et mâles manquent entièrement ou bien ils ne se rencontrent dans l'inflorescence que dans un nombre insignifiant.

Le phénomène mentionné plus haut est vrai ici aussi : dans l'inflorescence à côté du type floral dominant on rencontre dans un plus grand nombre les autres types floraux de caractère identique, ceux qui de par leur structure et physiologiquement sont les plus rapprochés, tandis que le nombre des types plus éloignés décroît successivement. Un phénomène semblable peut être observé — bien que plus rarement — chez les souches à inflorescences composées de fleurs gynoïdes. Dans ce cas la proportion des types floraux à fleurs hermaphrodites *f* à ovaire de grande taille et des fleurs — moins fonctionnelles de par leur structure intermédiaires — gynoïdes et physiologiquement femelles peut

se modifier à l'intérieur de la même souche. À ce qu'il paraît la polarité physiologique se manifeste aussi dans le comportement des relations sexuelles.

Chez les souches à types floraux fonctionnellement gynoides et anormales infertiles, nous n'avons pas rencontré des types floraux structurellement ou physiologiquement intermédiaires.

4. En connexion avec la modification annuelle des types floraux chez la même souche, nous avons observé que le type floral hermaphrodite *f* à ovaire de grande taille est le plus constant, éventuellement les types floraux *e* ou *g* peuvent laterner dans un nombre insignifiant chez les souches à inflorescences composées de fleurs du type *f*. Les souches chez lesquelles le type floral *f* dominait ont donné des rendements annuels réguliers, homogènes.

Le plus souvent ce sont les types floraux intermédiaires androïdes qui alternent. La proportion des types intermédiaires, des types à ovaire fertile et à ovaire stérile s'est considérablement déplacée dans deux années consécutives chez la même souche. C'est une des raisons pour lesquelles certaines souches à inflorescences composées de fleurs androïdes et hermaphrodites portent une année de belles grappes bien fournies et l'autre année laissent couler une grande partie des inflorescences ou des fleurs, et donnent des grappes lacunaires, apyrènes.

On peut généralement voir que dans les années où le printemps est sec, avec l'affaiblissement des souches et une forte charge, la masculinisation des types floraux s'accroît sur la même souche. Par contre si la condition des souches s'améliore, et si le temps est favorable au printemps, la proportion des fleurs fertiles hermaphrodites augmente chez la même souche.

Chez les souches à fleurs gynoides et même chez celles à fleurs fertiles anormales il y eu un certain déplacement bien qu'insignifiant dans la proportion des types floraux; p. e. chez les souches à inflorescences composées de fleurs gynoides mélangées, la proportion des fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille, des types physiologiquement femelles s'ouvrant en étoile, ou s'ouvrant partiellement s'est modifiée. Ces deux derniers types floraux n'ont été retrouvés que dans les inflorescences composées de types floraux structurellement gynoides, de types floraux intermédiaires entre les fleurs hermaphrodites et femelles. Chez les souches à fleurs physiologiquement femelles et à fleurs anormales infertiles, nous n'avons pas observé de modification des types. L'abondance en variétés de types floraux du cépage de Kadarka et la variabilité de ses types floraux et de ses autres caractères morphologiques laissent croire que ce cépage se trouve avec les conditions de la Hongrie, dans un état de mutabilité biologique, de développement dans une certaine direction. En ne considérant que ses conditions sexuelles, il semble que la séparation sexuelle de la variété, (dans le sens physiologique), le processus d'adaptation à la pollinisation étrangère s'effectuent sous nos yeux. Étant donné que les types floraux du cépage sont très sensibles aux influences du milieu le Kadarka est un des

cépages sur la fructification duquel nous pouvons exercer une forte influence par les correctifs agrotechniques (taille, épamprage, etc.).

5. La probabilité de fécondation de certains types est variable. D'après les examens comparatifs chez le cépage de Kadarka ce sont les types hermaphrodites à ovaire de grande taille et à ovaire de petite taille qui se fécondent le plus sûrement. Chez ces types floraux la probabilité de fécondation est assurée même sans décapuchonnement. Cette possibilité montre une variation relativement minime sur une même souche, dans deux années consécutives (5—10%), selon la taille des inflorescences, l'état physiologique de la souche et les conditions climatiques.

La probabilité de fécondation des types physiologiquement intermédiaires entre les fleurs mâles et hermaphrodites est très variable (50—75%), étant donné leur susceptibilité à l'égard des modifications de l'état physiologique de la souche et du milieu. Ce type floral est prédisposé à la parthénocarpie.

Les types floraux physiologiquement mâles, mais intermédiaires de par leur structure (*a, b, c*) ne sont pas capables de se féconder, ils coulent lors de la floraison, donc leur valeur est nulle.

La probabilité de fécondation des types floraux gynoïdes (30—50% approximativement) est aussi faible surtout si les filets sont courts et si les fleurs ne se décapuchonnent pas. Dans ce cas la probabilité de fécondation des fleurs est minime, une grande partie des fleurs tombe, la grappe sera lâche, lacunaire et «fripée» (coularde).

La probabilité de fécondation des types floraux gynoïdes fertiles anormaux est aussi faible (25—30% environ) la grappe sera très lâche (coularde).

Les fleurs qui physiologiquement sont entièrement gynoïdes et ne s'ouvrent pas à la floraison, ne donneront pas de récolte, celles qui s'ouvrent à la floraison et qui peuvent être fécondées par du pollen étranger, donneront peut-être des fruits. La probabilité de fécondation des fleurs qui s'ouvrent en étoile ou qui s'ouvre partiellement, de même que celle des fleurs anormales infertiles est nulle. Les souches portant de telles fleurs laissent couler leur récolte.

6. En vue de comparer la valeur culturale des types floraux, nous avons étudié les conditions de fécondation et de fructification de leur rendement floral.

Nous avons exprimé la fécondation du rendement floral par le *pourcentage effectif de fécondation* et appelé *pourcentage relatif de fécondation de l'inflorescence* la fructification produite par la fécondation effective du rendement floral.

Nous avons exprimé le niveau de fécondation effectif et relatif de la parcelle par le pourcentage moyen de fécondation du rendement floral et du rendement en grappes. Nous avons calculé le *niveau de fécondation* à base de la fécondation des groupements de types floraux pris séparément et de la proportion des souches.

D'après les investigations ce sont les souches à inflorescences composées de fleurs hermaphrodites à ovaire de grande et de petite taille qui ont le pourcentage de fécondation effectif et relatif le plus élevé. Les autres groupements de types ont un pourcentage de fécondation sensiblement ou même fortement plus bas. Dans la parcelle *A* le niveau effectif de fécondation était de 51,46 %, le niveau relatif de fécondation de 61,93 %. Le pourcentage effectif de fécondation du rendement floral du groupement de fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille a dépassé de 25,29 % le niveau effectif de fécondation, tandis que le pourcentage relatif de fécondation des grappes a dépassé de 20,58 % le niveau relatif de fécondation.

Nous avons exprimé la fructification des groupements des types par le rendement moyen des souches et par l'*indice de fructification*, et la fructification de la parcelle par le *niveau de fructification*.

L'indice de fructification est un nombre proportionnel qui indique le rapport de fructification entre les différents groupements de types. L'indice 100 a été donné au type floral le plus fructifère (*f*), l'indice de fructification des autres groupements a été calculé par rapport à cet indice : là (tableau 10).

L'indice de fructification moyen et le *niveau de fructification* de la parcelle expérimentale montrent la fructification moyenne de la parcelle expérimentale à base de la fructification et de la proportion des souches des groupements de types pris séparément. Le niveau de fructification de la parcelle expérimentale *A* était de 62,01, soit de 37,99 inférieur à l'indice de fructification du groupement hermaphrodite *f*, encore plus précisément : le rendement moyen par souche du groupement hermaphrodite *f* a dépassé de 61,25 % le rendement moyen de la parcelle expérimentale.

7. Nous avons constaté qu'en supposant que les types floraux soient identiques, ainsi que la proportion de ces types, le pourcentage effectif de la fécondation était plus élevé dans les inflorescences de taille moyenne comprenant 200—250 fleurs que dans les grandes inflorescences comprenant 300—400 fleurs, même avec un pourcentage relatif de fécondation identique.

8. La longueur moyenne de l'axe des grappes, le nombre de baies arrivant à maturité par unité d'axe de grappe, le poids moyen, des grappes la taille des baies leur poids moyen, le nombre moyen des baies, le poids moyen des pépins étaient le plus élevé dans les grappes provenant de fleurs hermaphrodites, moyen dans les grappes provenant de fleurs androïdes et gynoïdes et le moindre dans les grappes provenant de fleurs fertiles anormales et de celles des souches à feuilles croisées.

Le nombre des baies apyrènes arrivées à maturité était relativement le plus grand dans les grappes provenant d'une majorité de fleurs androïdes et gynoïdes, ce qui prouve dans l'un et l'autre cas la présence de types floraux physiologiquement intermédiaires.

9. Nous n'avons pas observé de différence dans la richesse en sucre et la teneur en matières sèches des grappes appartenant aux différentes variétés.

10. Au cours de nos investigations, nous avons constaté qu'il est possible de distinguer chez le Kadarka, quatre types de feuilles caractéristiques (*A*, *B*, *C*, *D*) à base de la forme de leur limbe et leurs découpures. Selon nos observations la forme du limbe est en corrélation avec la fructification des souches. Les souches à feuilles très découpées (à feuilles croisées) donnent peu de fruits. Les souches à feuilles *A* et *B* sont très souvent «coulardes», surtout les souches à fleurs *A*. Leurs grappes portent beaucoup de baies millerandées, il arrive même souvent que les grappes ne comportent que des baies apyrènes. La feuille de type *C*. est généralement celle des souches de «Kadarka noble».

11. Quant à la fécondation du Kadarka, les investigations ont permis de mettre au point les notions que l'on en avait jusqu'ici.

Nous appellerons donc «Kadarka mâle»* (*Bak kadarka*) les souches qui portent des fleurs en majorité androïdes et un plus petit nombre de fleurs hermaphrodites à ovaire de petite ou éventuellement de grande taille. Contrairement à la description de Molnár, chez ces souches la plupart des fleurs coulent sans fécondation et une partie des grappes devient lacunaire, fripée.

Nous dénommerons «Kadarka femelle» (*Nőstény kadarka*) les souches chez lesquelles prédominent les types floraux gynoïdes et où les types floraux à ovaire de grande et de petite taille se trouvent en plus petit nombre. Leur fécondation peut également être imparfaite et c'est pourquoi les grappes présentent souvent un aspect lacunaire et fripé.

Jusqu'ici nos recherches n'ont pas démontré la présence de Kadarka à fleurs exclusivement femelles (type floral *l*). L'inflorescence du soi-disant Kadarka blanc consiste exclusivement en fleurs femelles, mais la dénomination du cépage est sans aucun doute incorrecte. Cette variété n'est pas une variété du cépage de Kadarka.

Le rendement floral du «Kadarka fou» (*bolond kadarka*) est très élevé, ses inflorescences sont composées de fleurs hermaphrodites à ovaire de grande taille.

Sous le nom de «Kadarka coulard» décrit dans les ampélographies, on comprend non des souches à un type floral, mais des souches à plusieurs types floraux très divergents, donc le kadarka coulard ne peut pas être considéré comme un type séparé.

La cause de la coulure des fleurs et des grappes doit être cherchée dans la présence de nombreux types floraux androïdes et gynoïdes stériles et de fleurs anormales. Le kadarka mâle et femelle laisse aussi couler la plupart des fleurs et des jeunes baies vertes. C'est pourquoi il est beaucoup plus juste de n'employer

* (Dénomination populaire.)

le terme coulard que dans certains cas donnés et pas pour la dénomination d'un groupe supposé à tort être une variété séparée de Kadarka.

Nous trouvons l'appellation «*Kadarka noble*» juste pour qualifier les souches de Kadarka à inflorescence composées de fleurs fertiles à ovaire de grande et de petite taille, arrivant bien à maturité, à baies bleues.

Dans le «*Kadarka à feuilles coriacées*» les souches portant des fleurs anormales stériles sont nombreuses. Le rendement floral et le rendement en grappes est minime chez les souches du Kadarka «*à feuilles croisées*». Le Kadarka «*pied plat*» (à feuilles médiocrement découpées) porte en général des types floraux fertiles, leur fructification est certaine.

Nous appellerons Kadarka «*à baies divisées*» les souches à fleurs anormales vertes, et Kadarka «*à fleurs en étoile*» les souches à fleurs précoces s'ouvrant en étoile.

Parmi les résultats les plus importants de nos recherches, nous mentionnerons que nous avons défini à base de nos observations la *méthode de sélection* rapide du cépage de Kadarka. Cette méthode permet, à relativement peu de frais, de donner, à l'économie populaire de grandes quantités de bois d'élite dans un temps beaucoup plus court qu'avec la sélection par clones et d'une manière plus circonspecte, plus sûre qu'avec la sélection de masse — positive ou négative — pratiquées jusqu'ici. Grâce à cette méthode nous pourrions conformément au rythme de la reconstruction de notre viticulture, produire du bois d'élite qui nous mettra à même d'établir des plantations dont le niveau de fructification pourra, en prenant pour base les conditions culturales actuelles, dépasser de 60—100 p. 100, et même davantage le niveau de fructification actuel de nos plantations de Kadarka.

RESUMÉ

Le cépage de Kadarka comprend toute une série des types floraux androïdes, hermaphrodites et gynoides normaux, ainsi que des types gynoides anormaux et d'autres types anormaux. Les types floraux différents se produisent, dans les conditions de la contrée viticole de l'Alföld, dans une proportion particulière, influant sur la valeur du cépage. Sur les divers ceps d'un caractère sexuel différent, la proportion des types floraux qui se produisent dépend du placement des rameaux (polarité sexuelle) et de leur vigueur, et varie aussi selon les années différentes. Les types floraux androïdes et gynoides sont les plus variables, tandis que les types floraux hermaphrodites à ovaire de grand taille et les types floraux anormaux montrent la plus haute fixité.

L'auteur a révélé les conditions de fécondation des types floraux différents, leur valeur productive, ainsi que leur effet sur la structure de la grappe et des baies et sur la formation de la teneur en sucre et en acide de la récolte, ce qui a permis d'indiquer le biotype ayant la plus haute valeur économique du cépage. En plus, l'auteur a découvert une corrélation étroite entre le caractère sexuel et les types de feuille caractéristiques du cépage.

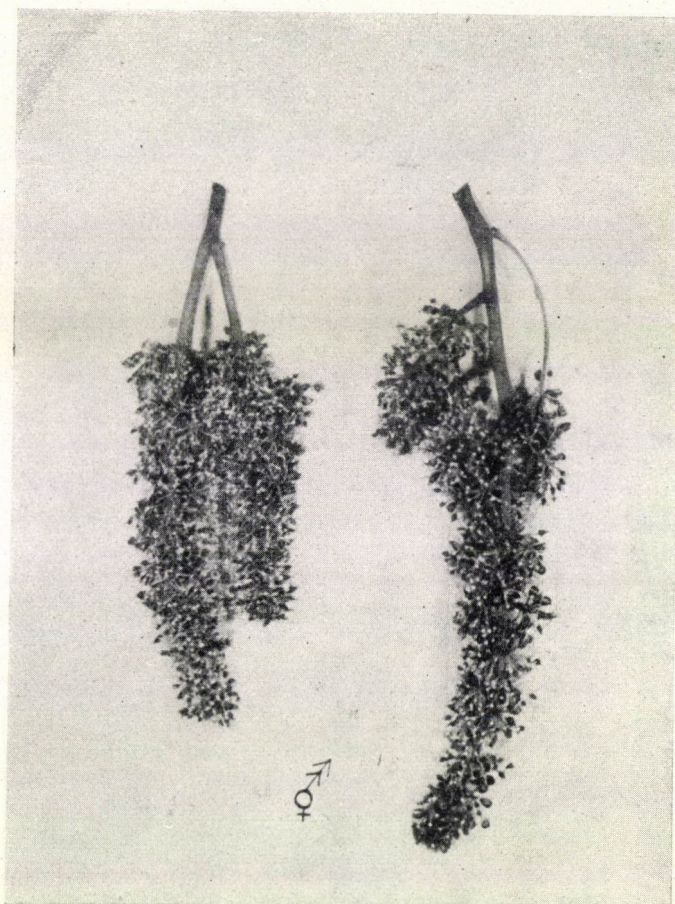


Fig. 1. Inflorescence composée de fleurs androïdes en pleine floraison

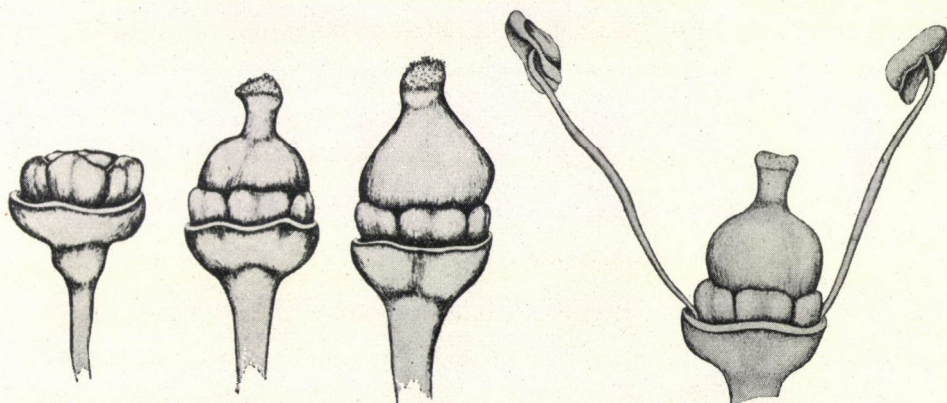


Fig. 2. Ovaires des types floraux a, c, d

Fig. 3. Type floral d physiologiquement intermédiaire



Fig. 4. Grappes de la souche à type de feuilles A, à fleurs androïdes et hermaphrodites



Fig. 5. Grappes parthénocarpiques d'une souche à inflorescence composée de fleurs androïdes

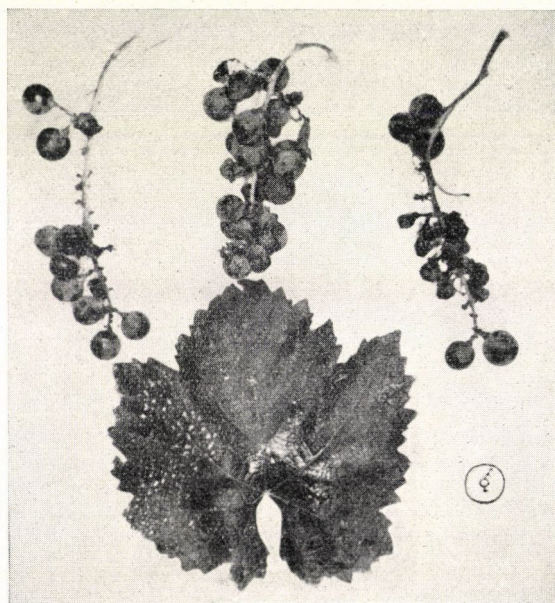
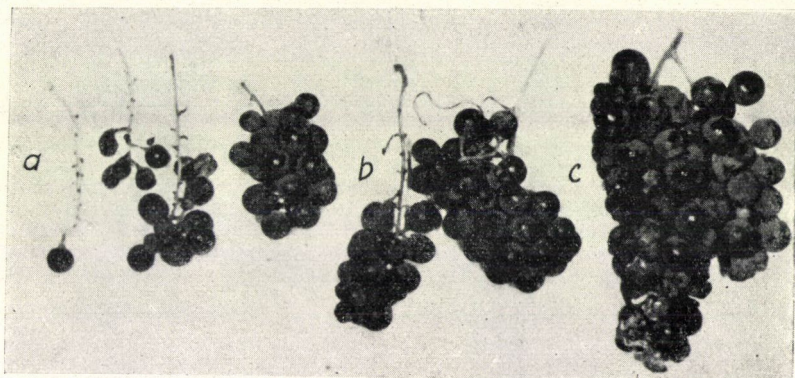


Fig. 6. Grappes d'une souche à fleurs androïdes et à fleurs hermaphrodites se fécondant sans décapuchonnement



*Fig. 7. a : fruit d'une souche à inflorescence composée de fleurs androïdes
b : grappe d'une souche à fleurs hermaphrodites f*



*Fig. 8. Grappes d'une souche à inflorescences composées de fleurs androïdes et de fleurs hermaphrodites e-f
a : du gourmand, b : du courson provenant de gourmand, c : du courson de l'année précédente de vigueur moyenne*

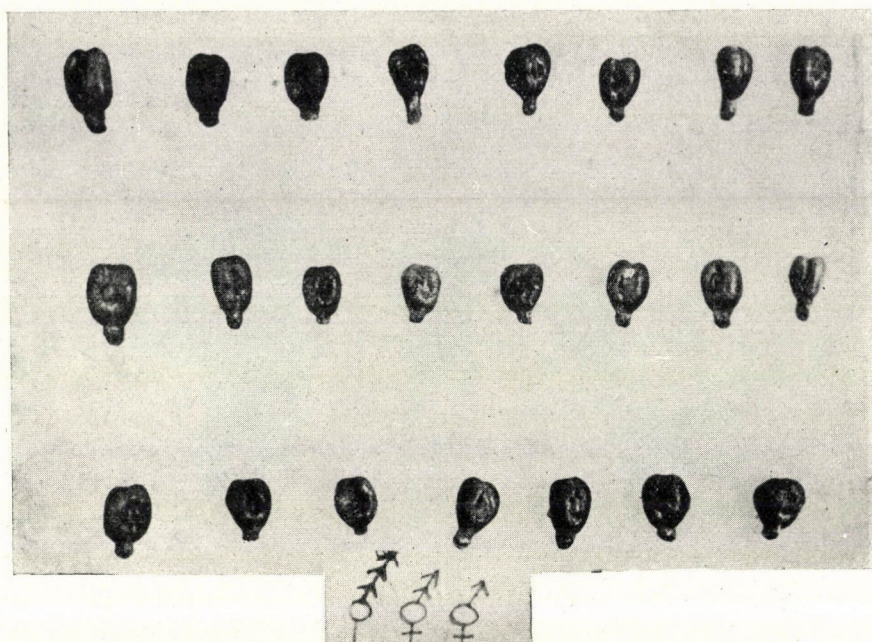


Fig. 9. Pépins de baies formées dans une inflorescence composée de fleurs androïdes et hermaphrodites

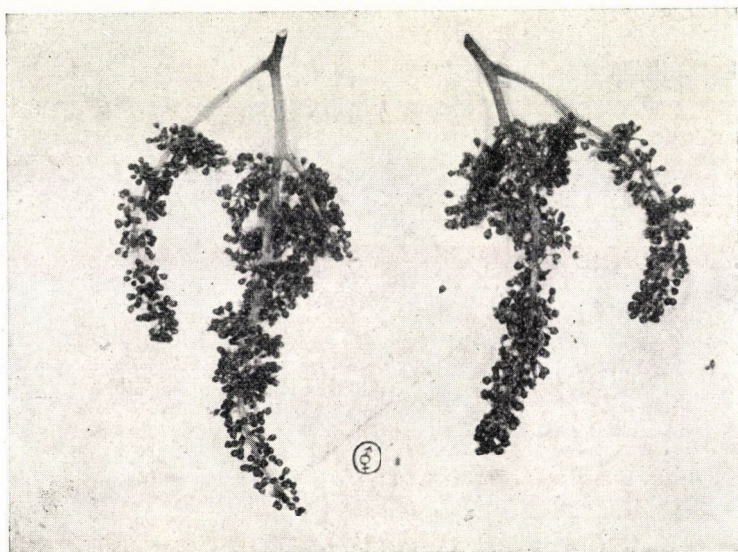


Fig. 10. Inflorescence composée de fleurs hermaphrodites e mélangées se fécondant après le décapuchonnement et se fécondant sans décapuchonnement au début de la floraison

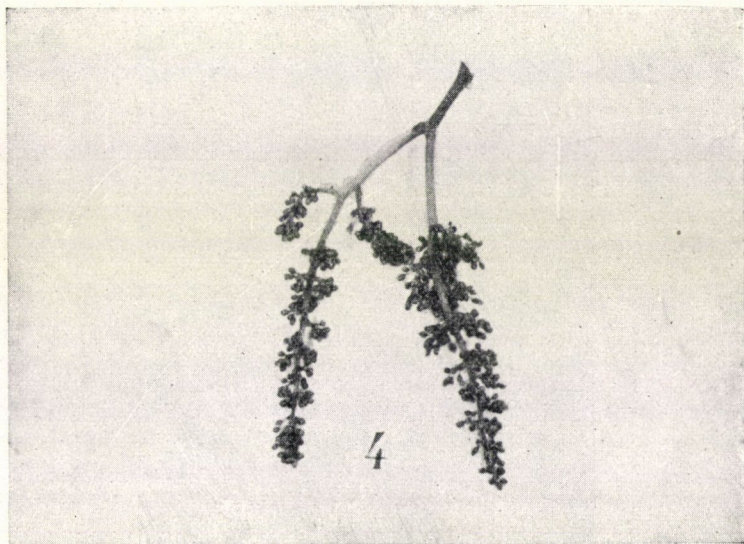


Fig. 11. Inflorescence composée uniquement de fleurs hermaphrodites
e à l'état de bouton

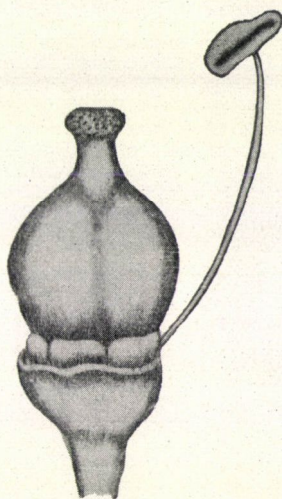


Fig. 12. Fleur hermaphrodite e fortement grossie



Fig. 13. Grappes d'une souche à feuilles de type C, à fleurs uniquement de type hermaphrodite *e*

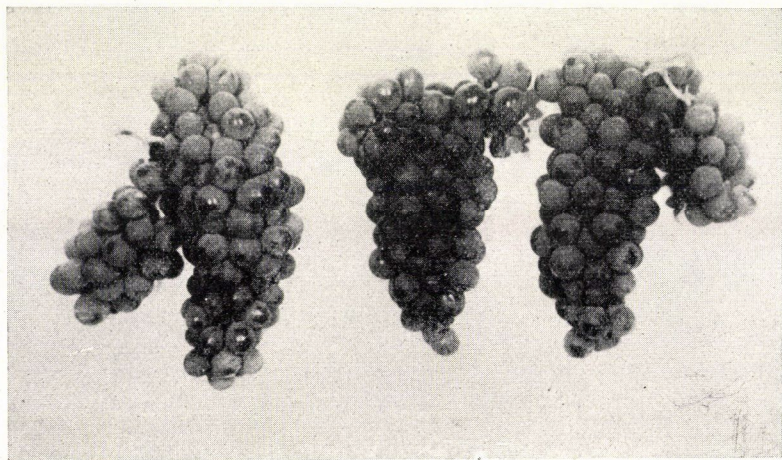


Fig. 14. Grappes d'une souche à inflorescence composée de fleurs hermaphrodites *e* et *f*



Fig. 15. Grappes d'une souche à inflorescences composées de fleurs hermaphrodites *e* et *f* et de fleurs gynoïdes se fécondant sans décapuchonnement (*g, h, j, k*)



Fig. 16. Grappes d'inflorescences composées de peu de fleurs hermaphrodites *e*, en majorité de fleurs gynoïdes infertiles (*h, j, k*)

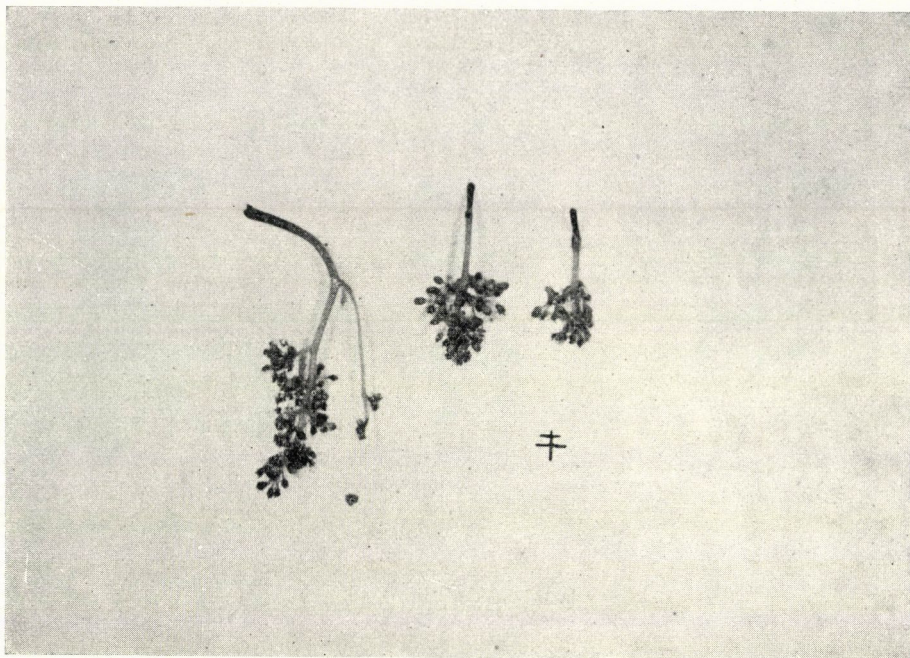


Fig. 17. Inflorescence d'une souche de Kadarka à feuilles croisées

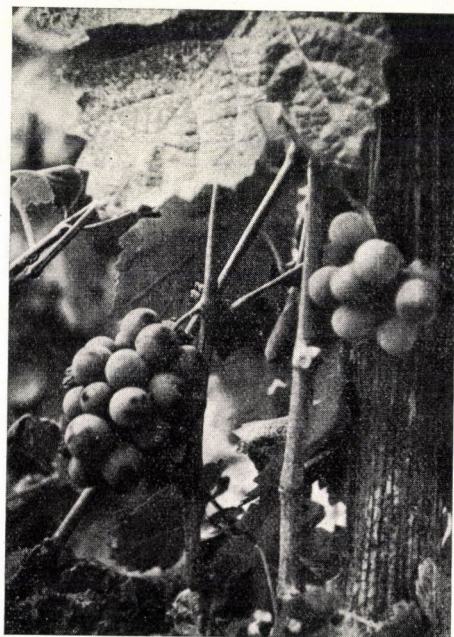
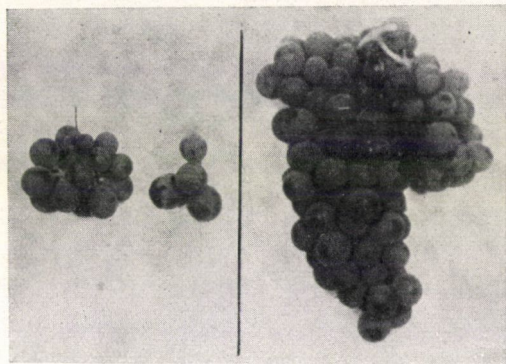


Fig. 18. Grappes d'une souche de Kadarka à feuilles croisées



*Fig. 19. a : récolte totale d'une souche de Kadarka à feuilles croisées
b : une grappe d'une souche à fleurs hermaphrodites f*

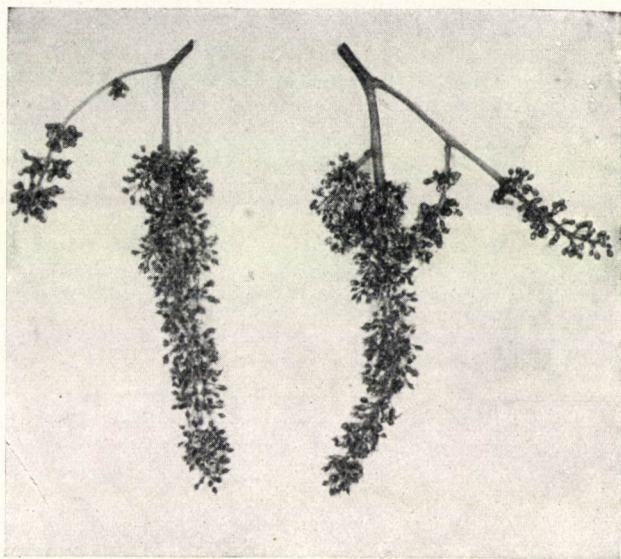


Fig. 20. Inflorescence composée uniquement de fleurs hermaphrodites f lors de l'anthèse

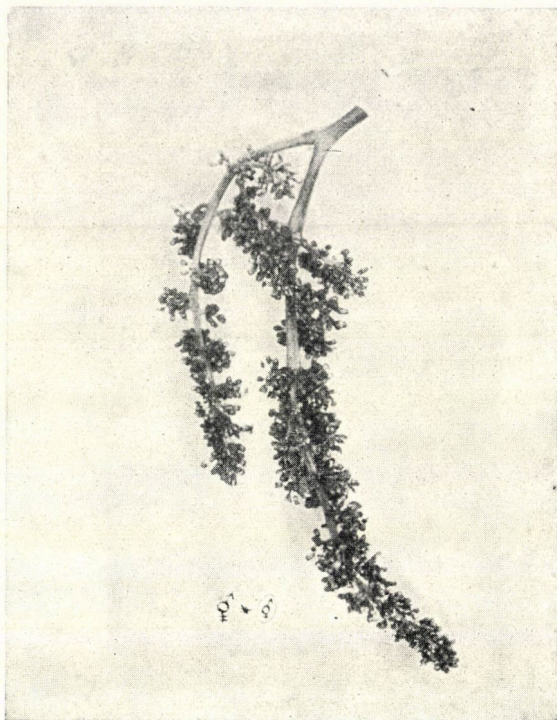


Fig. 21. Inflorescence composée de fleurs mélangées hermaphrodites *f*, hermaphrodites se fécondant sans décapuchonnement et de fleurs *j* s'ouvrant en étoile lors de l'anthèse

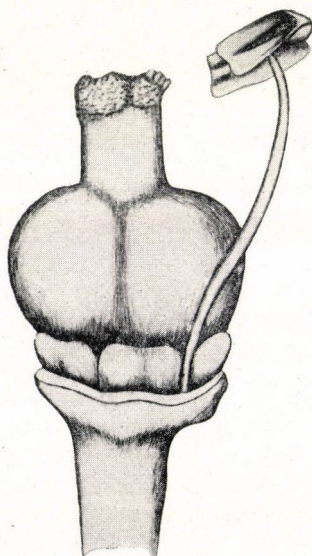


Fig. 22. Fleur hermaphrodite *f* fortement grossie



Fig. 23. Grappes d'une souche à type floral exclusivement hermaphrodite *f*

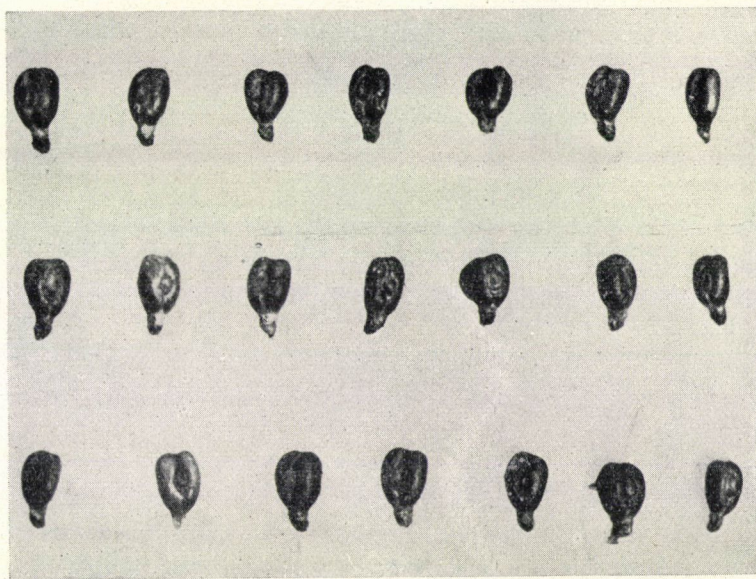


Fig. 24. Pépins de baies provenant de fleurs hermaphrodites

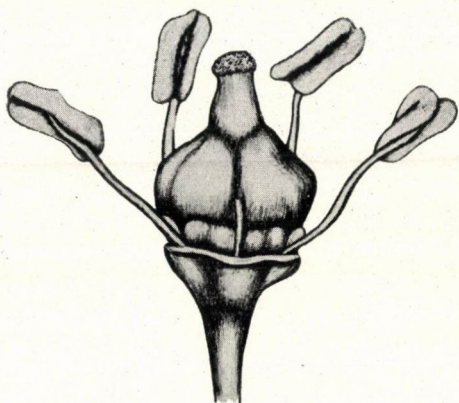


Fig. 25. Fleur hermaphrodite *f*
à ovaire particulier

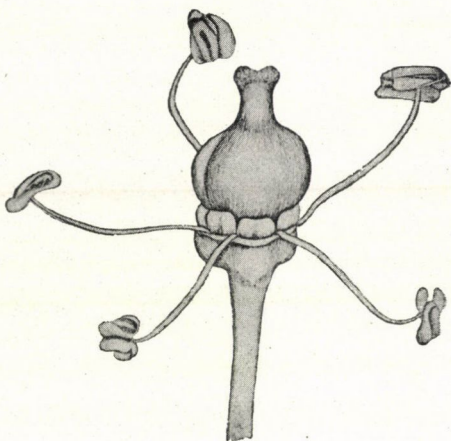


Fig. 26. Type floral *g* de par sa
structure gynoïde, physiologiquement
hermaphrodite

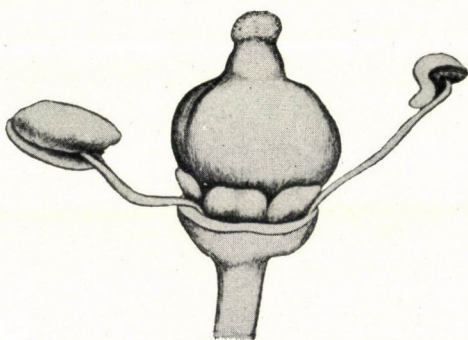


Fig. 27. Type floral *h* de par sa structure gynoïde, physiologiquement hermaphrodite

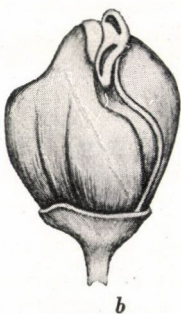
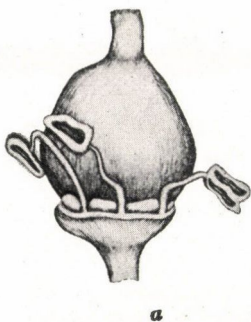


Fig. 28. *a* : type floral physiologiquement gynoïde
l dans une inflorescence composée de fleurs
anormales fertiles *i* et de fleurs hermaphrodites *f*
b: type floral anormal dans la même inflorescence

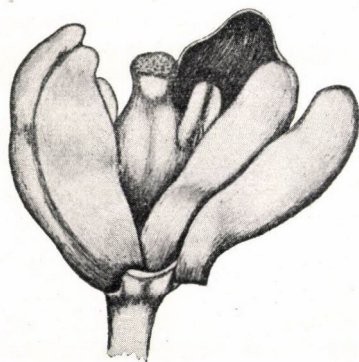


Fig. 29. Type floral *j* s'ouvrant en
étoile dans une inflorescence composée
en majorité de types floraux *f*

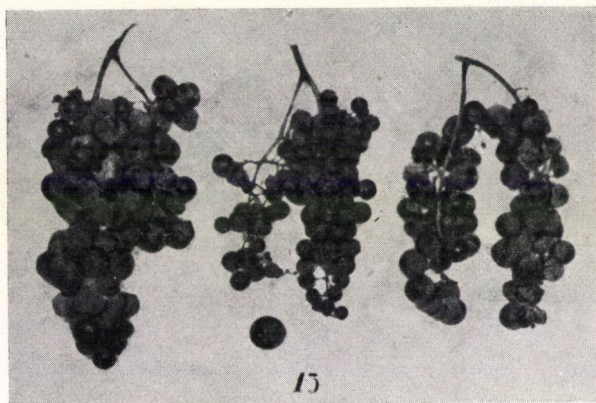


Fig. 30. Grappes d'une souche à inflorescences composées en majorité de types floraux hermaphrodites *f* et en plus petite partie de types floraux *g*, *h* et *j*



Fig. 31. Grappes d'une souche à inflorescences composées en petite partie de fleurs hermaphrodites *f* et en majorité de types floraux *h* et *j*

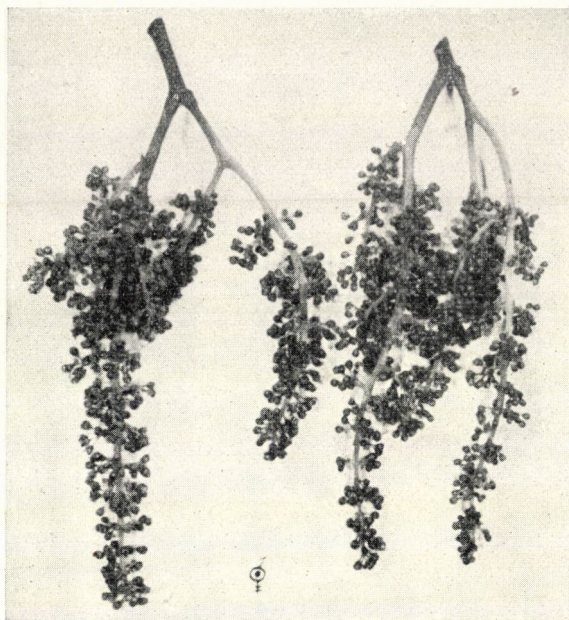


Fig. 32. Inflorescence composée de fleurs anormales fertiles à l'état de bouton

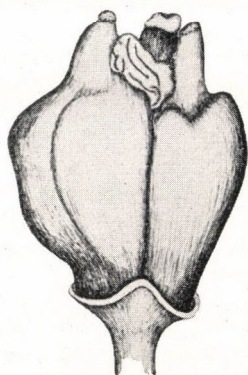


Fig. 33. Fleur anormale fertile. Les trois carpelles forment des ovaires séparés

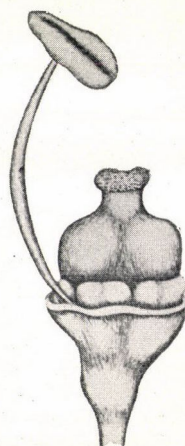
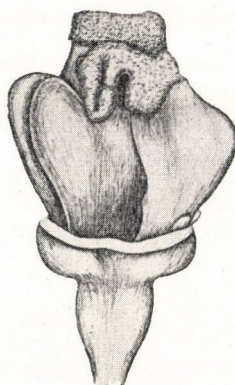


Fig. 34. Ovaires d'une fleur anormale fertile et d'une fleur androïde c mis en parallèle

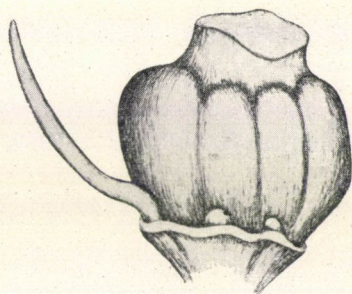


Fig. 35. Fleur anormale fertile

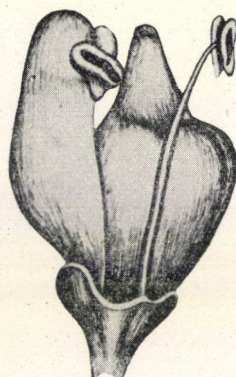


Fig. 36. Fleur anormale fertile

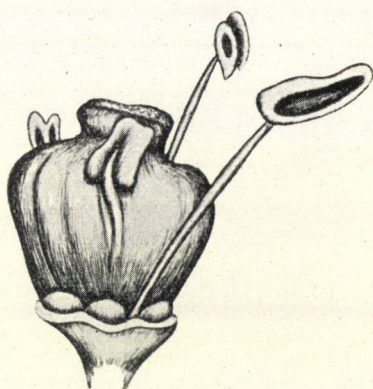


Fig. 37. Fleur anormale fertile

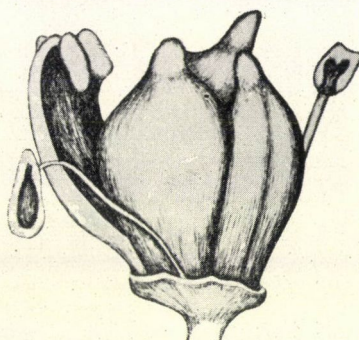


Fig. 38. Fleur anormale fertile

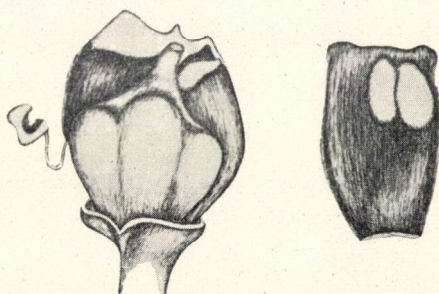


Fig. 39. Fleur anormale fertile avec une étamine et les anthères

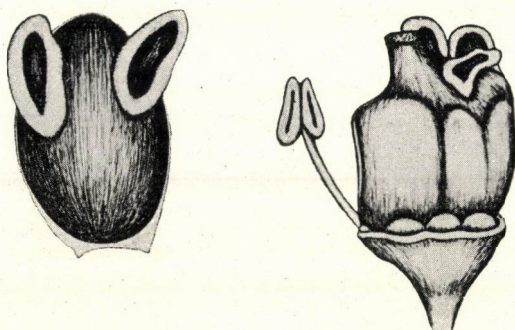


Fig. 40. Fleur anormale fertile avec une étamine et les anthères

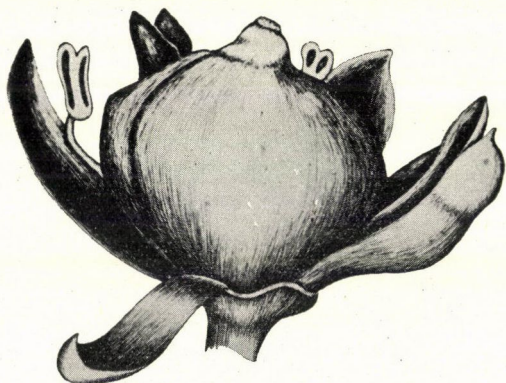


Fig. 41. Fleur anormale fertile

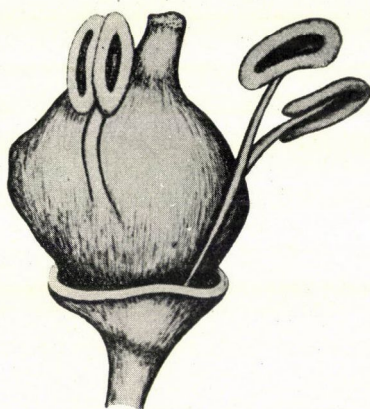


Fig. 42. Fleur anormale fertile

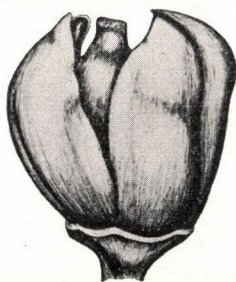


Fig. 43. Fleur anormale fertile

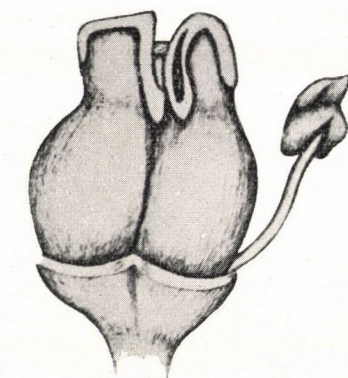
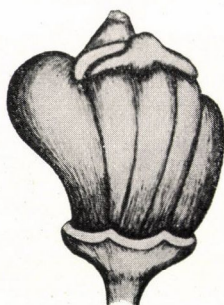
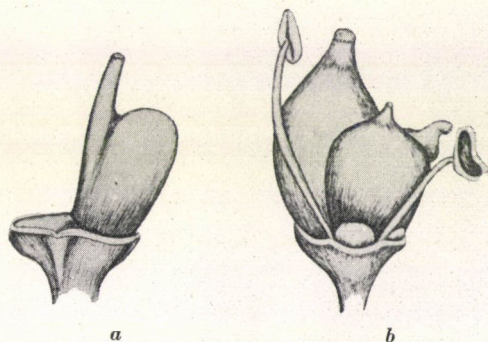


Fig 44. Fleur anormale fertile avec les étamines et filets développés



a
b
 Fig. 45. Ovaires développés séparément
 de trois carpelles
a : deux carpelles supprimés
b : les trois carpelles ensemble

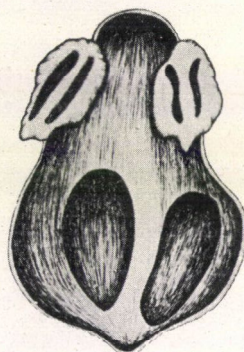


Fig. 46. Étamine d'une fleur
 anormale fertile

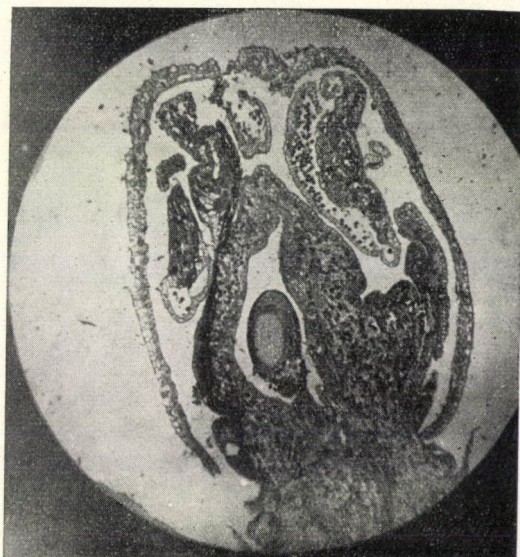


Fig. 47. Coupe longitudinale d'une fleur anormale fertile



Fig. 48. Coupe longitudinale d'une fleur anormale fertile

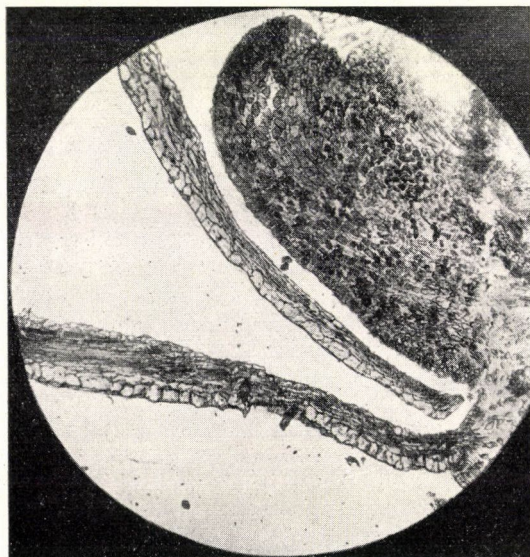


Fig. 49. Nectaire, sépale et pétale détachée d'une fleur anormale fertile



Fig. 50. Coupe longitudinale des anthères d'une fleur anormale fertile



Fig. 51. Anthère grossie

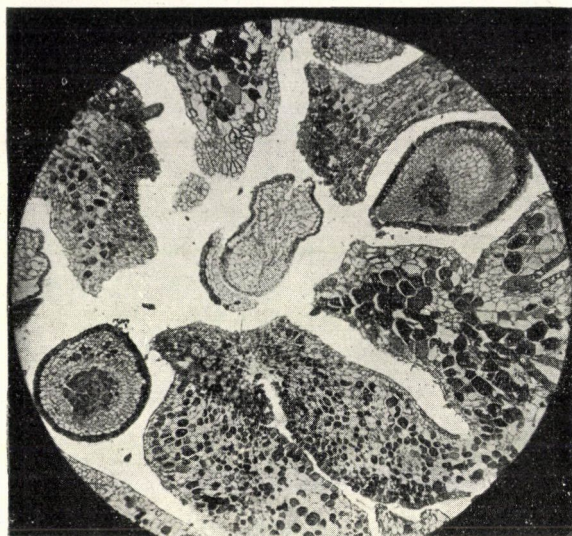


Fig. 52. Coupe transversale de la fleur anormale fertile



Fig. 53. Coupe transversale de la fleur anormale fertile

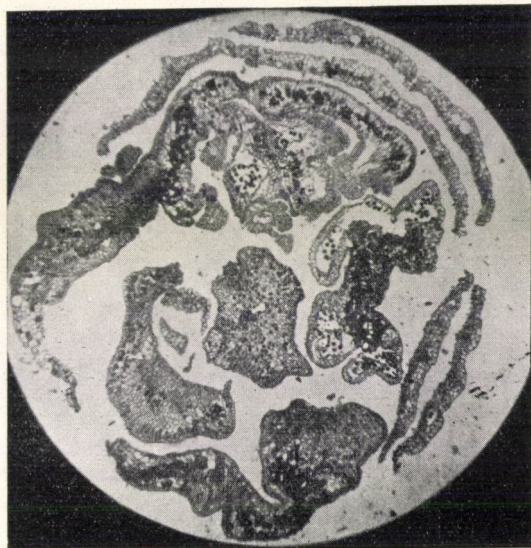


Fig. 54. Coupe transversale de la fleur anormale fertile



Fig. 55. Grappe d'une souche à fleurs anormales fertiles



Fig. 56. Grappes d'une souche à fleurs anormales fertiles

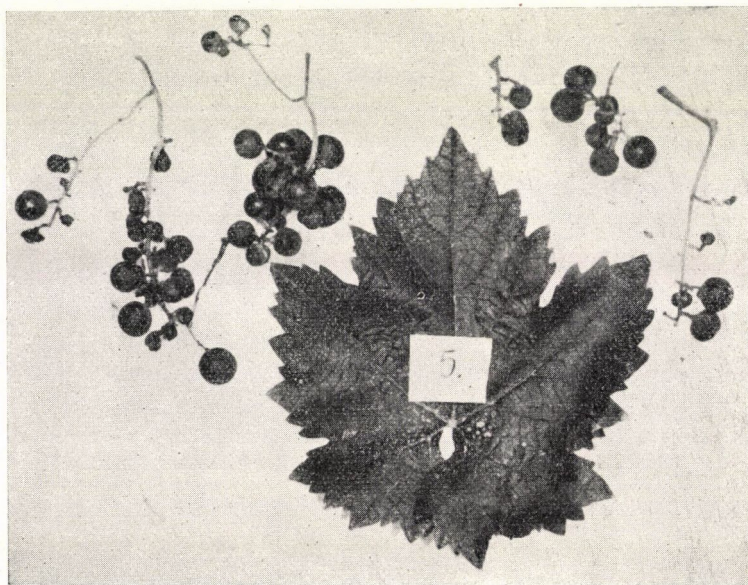


Fig. 57. Grappes de qualité inférieure d'une souche à fleurs anormales fertiles



Fig. 58. Grappes de très mauvaise qualité d'une souche à fleurs anormales fertiles

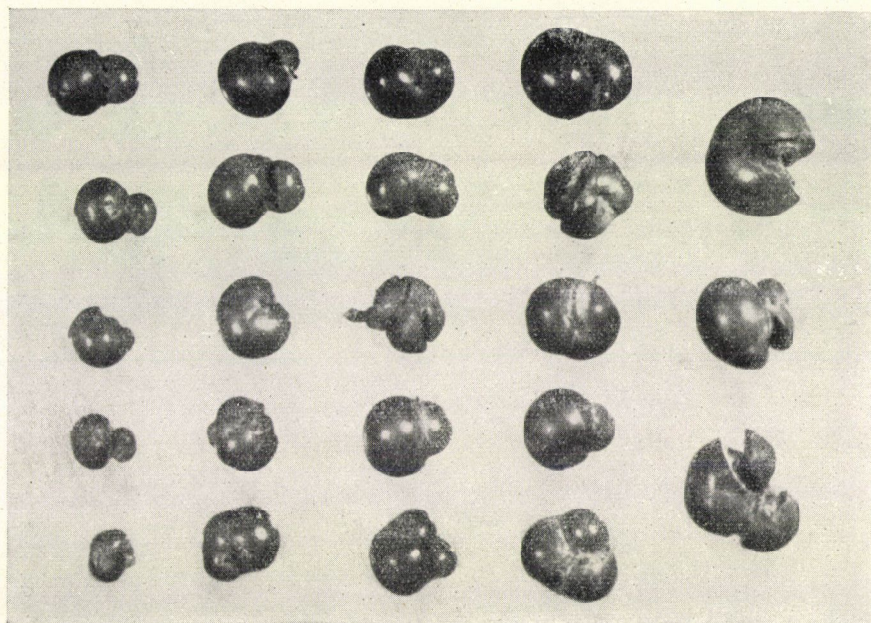


Fig. 59. Baies provenant de fleurs anormales

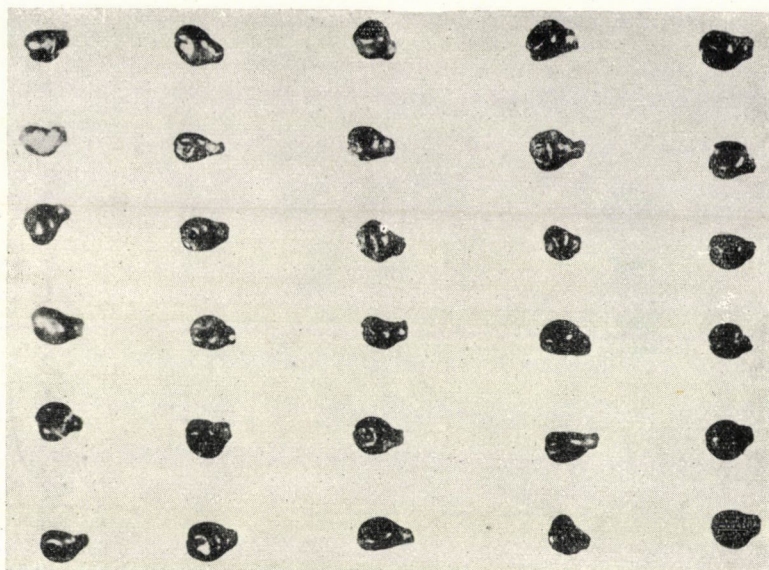


Fig. 60. Pépins de baies provenant de fleurs anormales

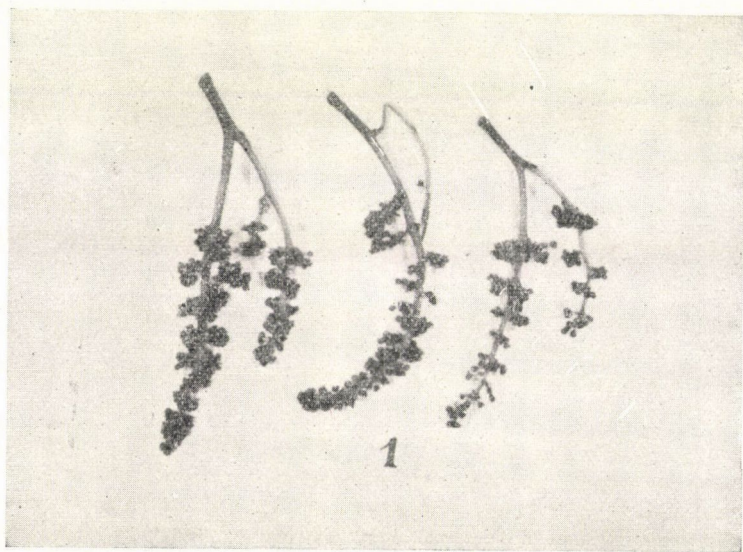


Fig. 61. Inflorescence composée de fleurs s'ouvrant en étoile, à l'état de bouton

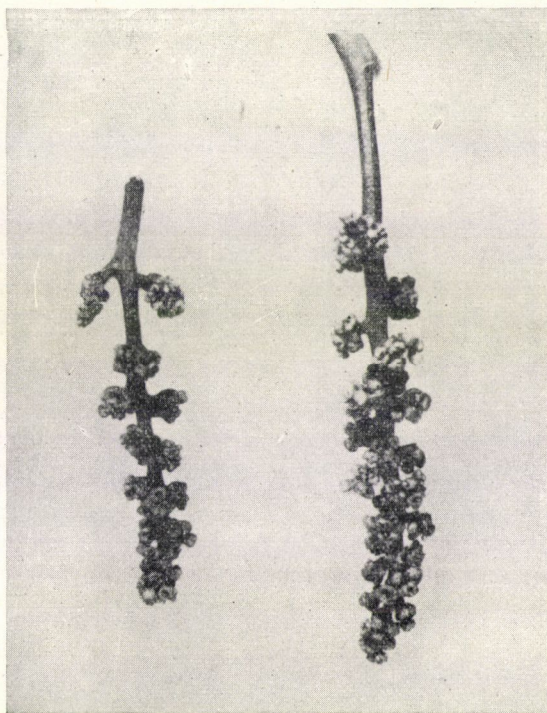


Fig. 62. Inflorescence composée de fleurs s'ouvrant en étoile en pleine floraison



Fig. 63. Type floral *j*

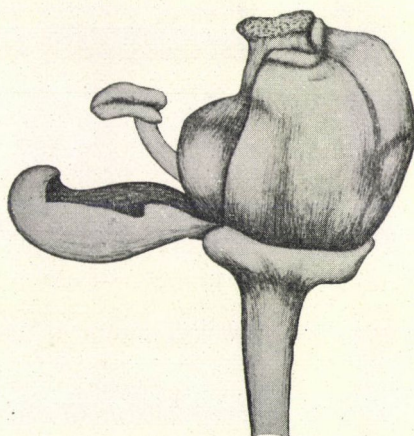


Fig. 64. Type floral *k*



Fig. 65. Étamine grossie d'une fleur s'ouvrant en étoile

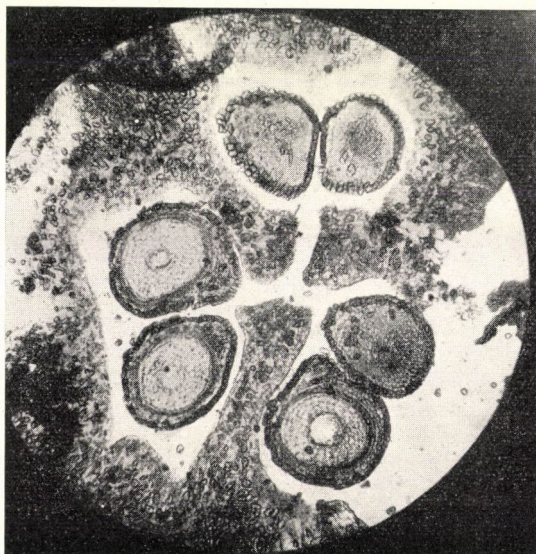


Fig. 66. Coupe transversale de l'ovaire d'une fleur s'ouvrant en étoile

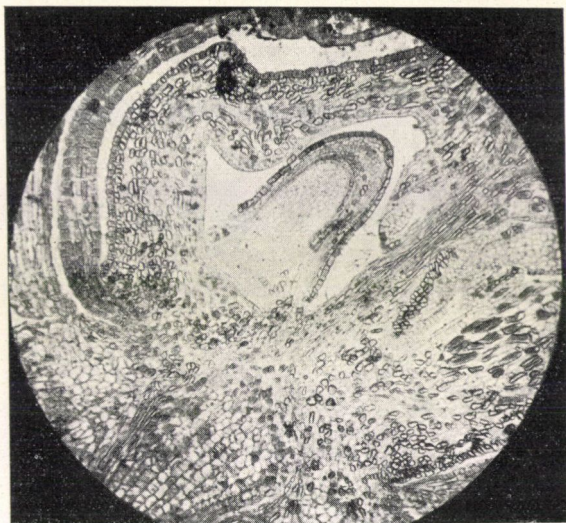


Fig. 67. Coupe longitudinale de l'ovule d'une fleur s'ouvrant en étoile



Fig. 68. Inflorescence composée de fleurs anormales infertiles

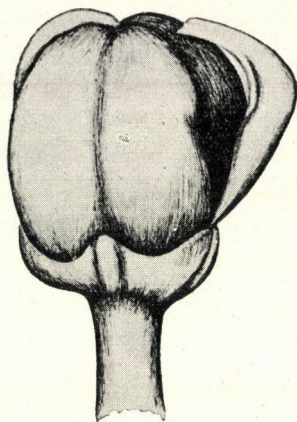


Fig. 69. Fleur anormale infertile

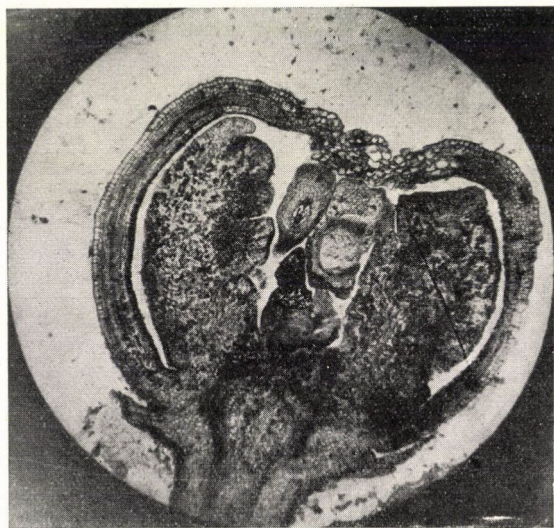


Fig. 70. Coupe longitudinale d'une fleur anormale infertile



Fig. 71. Coupe longitudinale d'une fleur anormale infertile

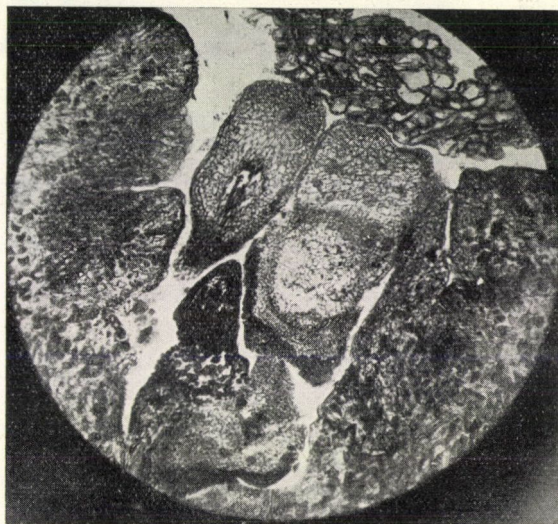


Fig. 72. Coupe longitudinale d'une fleur anormale infertile

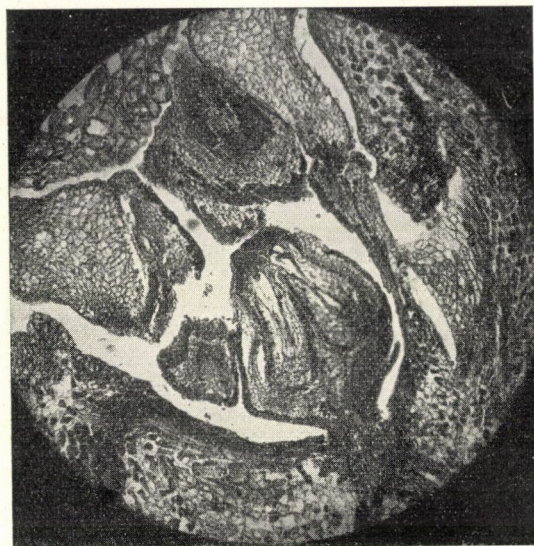


Fig. 73. Coupe longitudinale d'une fleur anormale infertile



Fig. 74. Coupe longitudinale d'une fleur anormale infertile

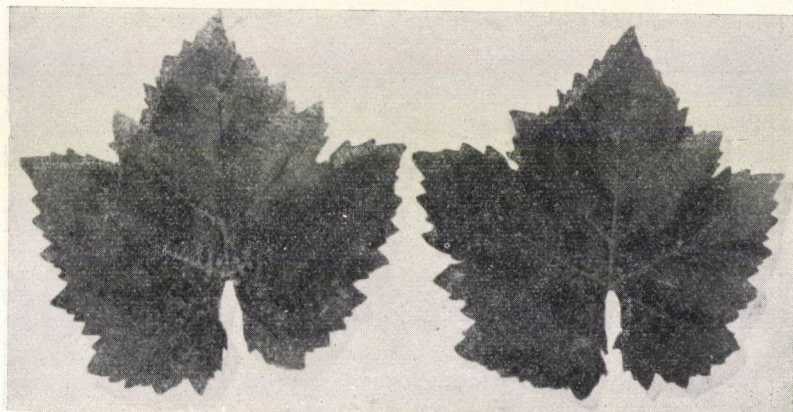


Fig. 75. Forme de feuille A

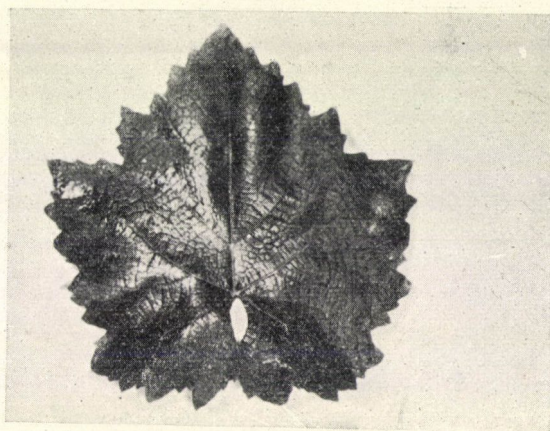


Fig. 76. Forme de feuille B

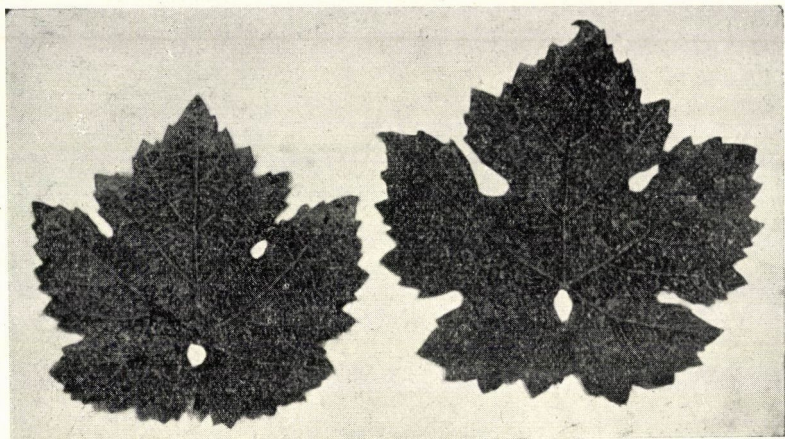


Fig. 77. Forme de feuille C

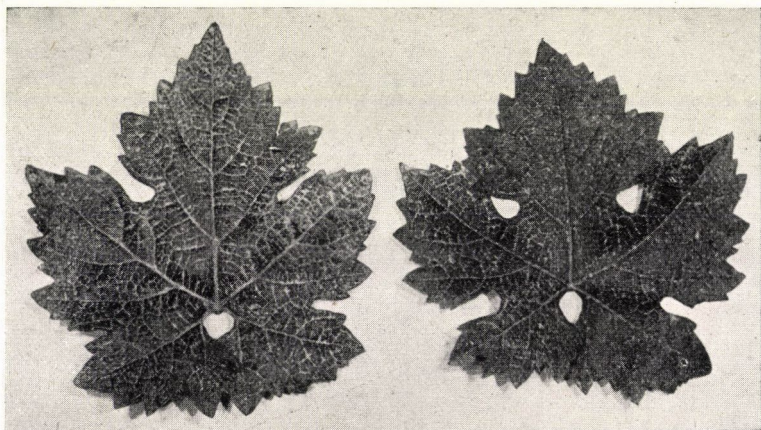


Fig. 78. Forme de feuille D

LITTÉRATURE

1. *Andrasovszky, J.* : Ampelographiai tanulmányok (Études ampélographiques) Amp. Int. Évk. 1921—1925.
2. *П. А. Варанов* : Строение виноградной лозы. Ампе́лография. СССР. 1946.
3. *Breider, H.—Scheu, H.* : Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechts innerhalb der Gattung Vitis. Die Gartenbauwissenschaft. 1938.
4. *Husfeld, B.* : Die Rebenzüchtung. Handbuch der Pflanzenzüchtung. V.
5. *Kozma, P.* : A szőlő nemesítése. (L'amélioration de la vigne.) Budapest, 1951.
6. *Kozma, P.* : A Kadarka szelektálás lehetősége virágtípusa alapján. (La possibilité de la sélection du cépage de kadarka a base de ses types floraux.) (Hozzászólása : a Magyar Tudományos Akadémiai Biológiai és Agrártudományi Osztályának közleményeiben.) 1952.
7. *Levadoux, L.* : Étude de la fleur et de la sexualité chez la vigne. Annales de l'École nationale d'agriculture de Montpellier. T. : XXVII. f. i. 1946.
8. *А. С. Мерзаниан* : Виноградарство 1951. Москва.
9. *Molnár, I.* : A szőlőművelés és borászat kézikönyve. (Manuel de viticulture et viniculture.) Budapest, 1897.
10. *Müller—Thurgau* : Über das Abfallen der der Rebenblüthen und die Entstehung kernloser Traubenbeeren. Der Weinbau, Nr. 22. 1883.
11. *Н. Неделчев* : Ампе́лография. София 1950.
12. *А. М. Негруль* : Генетические основы селекции винограда. Ленинград 1936.
13. *А. М. Негруль* : Происхождение культур винограда и его классификация. Ампе́лография. СССР. Москва 1936.
14. *Pettenkoffer, S.* : Szőlőművelés (Viticulture) Budapest, 1930.
15. *Rapaics, R.* : A magyar gyümölcs (Les fruits de la Hongrie) Budapest, 1940.
16. *Ráthay, E.* : Die Geschlechtsverhältnisse der Reben. I. 1888. II. 1889.
17. *Sartorius, A.* : Zur Entwicklung der Rebblüte. Angewandte Botanik, 1927.
18. *Schams, F.* : Weinlaube. p. 170. 1869.
19. *Steingruber* : Blütenbiologische Untersuchungen an der Rebe. Babo-Festschr. Wien, 1927.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ПЛОДОНОСНОСТЬ ЦВЕТКОВЫХ ТИПОВ ВЕНГЕРСКОГО СОРТА ВИНОГРАДА «КАДАРКА»

П. КОЗМА

Резюме

В 1950—54 годах автор проводил исследования в опытном хозяйстве Ампе́лографического исследовательского института (Миклоштелеп) для изучения изменчивости сорта винограда кадарка (сорт винограда для изготовления красного столового вина), который культивируется в Венгрии на самой большой территории и весьма распространен также и в нескольких других государствах (Югославия, Болгария, Румыния и СССР). Прежде всего он поставил себе целью раскрыть встречающиеся цветковые типы, соотношения их встречаемости, их изменчивость, совместную встречаемость, их влияние на формирование урожая, далее, выяснить своеобразности плодов, образовавшихся из различных цветковых типов, изменчивость форм листьев, взаимосвязь между формами листьев и плодородностью.

Теоретические и практические результаты этих исследований следующие :

1. Автор установил, что у сорта кадарка встречаются все известные нормальные основные, как и переходные цветковые типы, и наряду с этим встречаются также некоторые характерные плодородные аномальные, как и неплодородные аномальные типы. Среди мужских типов автор обнаружил физиологически переходный тип между обоопольными и мужскими типами. Он определил частное — пестик : длина тычиночной нити (*g* : *a*) отдельных цветковых типов. Это частное хорошо характеризует отдельные цветковые типы.

2. Автор сконструировал типовую систему сорта кадарка на основе характерных конституционных и физиологических свойств отдельных цветковых типов, а также и на основе эволюционных связей. С учетом подобных связей он символизировал отдельные цветковые типы, и до сих пор еще не символизированные переходные и аномальные

типы он снабдил характерным для данного типа символом. В типовой системе отмечены также конституционные и физиологические взаимосвязи отдельных цветковых типов. Конституционные типы обозначены малыми буквами латинского алфавита, а физиологические — римскими цифрами.

3. Автор установил, что в отдельных соцветиях и на отдельных кустах в несмешанном виде чаще всего встречаются обоеполые типы с маленькими и большими пестиками (*f*), плодоносные аномальные, полностью и частично звездообразно цветущие, и бесплодные аномальные типы, хотя эти цветковые типы весьма часто встречаются также смешанно с другими цветковыми типами. Остальные цветковые типы встречаются в большинстве случаев в смешанном виде. Чаще всего обнаруживаются в одной и той же виноградной кисти цветковые типы с одинаковым половым характером, то есть или женского или мужского характера, и в обоих типах обоеполые цветки. Однако, в небольшом количестве кистей автору удалось обнаружить также совместную встречаемость мужских и женских цветков. В кистях со смешанными цветками преобладал один цветковый тип, и в этих кистях можно было обнаружить в большом количестве и такие цветковые типы, которые по конституции были близки к преобладающему типу, а конституционно и физиологически более отдаленные типы встречались у них в постепенно уменьшающемся количестве.

Соотношение различных цветковых типов оформлялось характерным образом в кистях плодоносных побегов, взятых с различных мест кустов, соцветие которых состояло из мужских и обоеполых цветков. Так например, в кистях средние или слабо плодоносных вершинных побегов встречаются физиологически мужские и переходные *d* или плодоносные обоеполые цветы. Подобное соотношение обнаруживается также в цветковой кисти плодовой стрелки однолетнего сучка, пробивающейся из нижнего глаза. На побегах, развивающихся из верхних развитых глазков однолетнего сучка соотношение уже смещается, появляются в большом количестве плодоносные цветковые типы, и число физиологически мужских, конституционно мужских и переходных типов уменьшается, но они все еще встречаются в большом количестве. В цветковой кисти побегов сучка замещения обоеполые цветковые типы проявляются в еще большем количестве, а переходные и мужские типы или совершенно отсутствуют, или встречаются в кисти в весьма незначительном количестве. Конечно, вышеописанное явление наблюдается и в этом случае, то есть наряду с преобладающими цветковыми типами в большем количестве встречаются в кистях конституционно и физиологически близкие родственные типы, состоящие из цветков того же характера, а встречаемость более отдаленных типов постепенно уменьшается. Подобные явления наблюдаются — хотя и менее часто — на кустах с кистями из женских цветков. В этом случае меняется на одних и тех же кустах соотношение между обоеполыми цветками *f* с большим пестиком, с одной стороны, и конституционно переходными женскими и физиологически женскими типами цветков с меньшей функциональной способностью с другой. Кажется, что физиологическая полярность проявляется также и в оформлении половых отношений.

На кустах с функционально женскими и бесплодными аномальными цветковыми типами автор не обнаружил конституционно или физиологически переходных типов.

4. В связи с годичными изменениями цветковых типов на одном и том же виноградном кусте автор наблюдал, что самым постоянным типом является *f* или обоеполый цветковый тип с большим пестиком; иногда в соцветиях кустов, состоящих из цветков *f*, чередуются в незначительном количестве цветковые типы *e* и *g*. Выравненный годичный урожай систематически давали те кусты, на которых преобладал цветковый тип *f*.

Чаще всего чередовались переходные мужские цветковые типы. На тех же самых кустах в каждом году значительно сдвинулось соотношение переходных типов с плодоносными или неплодоносными пестиками. Это было также одной из причин того, что отдельные кусты, кисти которых состояли из обоеполых цветков и из мужских цветков, носили в одном году красивые полные грозди, а в следующем году их соцветие или большая часть цветков опадала, и получились неполные грозди с бессемянными ягодами.

Как правило можно было наблюдать, что в годы после сухой весны, далее по мере снижения кондиции куста, повышалась при сильной нагрузке маскулинизация цветковых типов на одном и том же кусте. А при повышении кондиции куста, после благоприятной весенней погоды на таком кусте повышалось соотношение плодоносных обоеполых цветковых типов.

На кустах с женскими цветками, а даже с цветками с плодоносными, аномальными цветками также наблюдался некоторый сдвиг в соотношении цветковых типов, однако, он не был значительного размера. Например, на кустах с соцветием из цветков смешанного женского типа менялось соотношение между цветковыми типами с большим пестиком, звездообразно цветущими, частично цветущими и физиологически женскими

типами. Последние два цветковых типа автор нашел лишь в соцветиях конституционно женского характера, состоящих из переходных цветковых типов, и между обоеполыми и женскими.

На виноградных кустах с физиологически женскими типами и с бесплодными аномальными цветками автор не наблюдал изменения типа.

Обилие вариантов цветковых типов сорта кадарка, изменчивость его цветковых типов и других морфологических признаков позволяют сделать то заключение, что этот сорт в условиях Венгрии находится в биологически разрыхленном состоянии, в движении, в развитии известного направления. Принимая во внимание его половые отношения кажется вероятным, что в данном случае имеет место половое разделение этого сорта (в физиологическом смысле), процесс приспособления к перекрестному опылению.

Благодаря тому, что цветковые типы данного сорта весьма чувствительны к воздействиям среды, то он является одним из тех сортов винограда, на плодоносность которых можно в большой степени воздействовать путем агротехнических работ (в том числе и подрезкой, удалением излишних побегов и т. д.).

5. Вероятность оплодотворения отдельных цветковых типов различна. Согласно сравнительным исследованиям у сорта кадарка надежнее всего оплодотворялся цветковый тип с большим пестиком, а затем обоеполый тип с маленьким пестиком. У этих цветковых типов возможность оплодотворения обеспечена также и в том случае, когда лепестки не раскрываются. Эта возможность показывает сравнительно небольшую вариацию на одном и том же кусте и в последующих один за другим годах (5—10%), в зависимости от размеров соцветия, от физиологического состояния куста, как и от условий погоды.

Вероятность оплодотворения физиологически переходного типа между физиологически мужскими и обоеполыми цветками сильно меняется (50—75%), так как такой куст весьма чувствителен к изменениям своего физиологического состояния, как и к изменениям среды. Этот цветковый тип весьма склонен к партенокарпии.

Физиологически мужские, конституционно переходные цветковые типы (а, б, с) неспособны к оплодотворению, при цветении опадают, и поэтому их следует считать бесценными.

Вероятность оплодотворения женских цветковых типов также меньше (30—50%), особенно в том случае, когда тычиночная нить коротка, и когда лепестки не раскрываются. В последнем случае вероятность оплодотворения цветков весьма малая, большая часть цветков опадает, грозди неполные (осыпание).

Вероятность оплодотворения плодоносных аномальных женских цветковых типов весьма малая (около 25—30%), а виноградные грозди их весьма неполные (осыпание).

От физиологически совершенно женских нераскрывающихся клейстогамных цветков также нельзя ожидать урожая. От раскрывающихся цветков в случае перекрестного опыления урожай иногда получается. Вероятность оплодотворения звездобразно цветущих и частично цветущих женских типов, далее бесплодных аномальных цветков равна нулю. У кустов с такими цветками имеет место «осыпание урожая».

6. В целях сопоставления ценности культивирования отдельных типовых групп автор исследовал условия оплодотворения и урожайности цветков.

Оплодотворение цветков автор выразил в *процентах фактического оплодотворения*. А возникшую вследствие фактического оплодотворения цветков оплодотворенность кистей автор характеризовал относительным процентным соотношением оплодотворения кисти.

Фактический и относительный уровень оплодотворенности земельного участка автор характеризовал процентами среднего оплодотворения цветков и цветковых кистей опытного участка. *Уровень оплодотворения* автор исчислял на основе оплодотворения и соотношения виноградных кустов отдельных групп цветковых типов. Согласно проведенным исследованиям самый высокий фактический и относительный процент оплодотворения отпадает на кусты, кисти которых состоят из цветков с большими и маленькими пестиками. Остальные типовые группы показывают более низкий или даже гораздо более низкий процент оплодотворения. Уровень фактического оплодотворения опытного участка А — 51,46%, его относительный уровень оплодотворения — 61,93%. Процент фактического оплодотворения цветков группы обоеполых цветков с большими пестиками превышал на 25,29%, а относительный процент оплодотворения кистей этой группы на 20,58% фактический или же относительный уровень оплодотворения.

Плодоносность отдельных типовых групп автор характеризовал средним урожаем кустов, далее и показателем плодоносности, а плодоносность опытного участка — уровнем плодоносности.

Показатель плодородности — такая относительная величина, которая выражает соотношение плодородности отдельных типовых групп. Относительной величиной 100 отмечена группа цветкового типа f с наивысшей плодородностью, а показатели плодородности остальных групп определялись на основе их плодородности по сравнению с группой f (табл. 9).

Показатель средней плодородности опытного участка — то есть *уровень плодородности* — дает на основе плодородности и соотношения кустов отдельных типовых групп среднюю плодородность опытного участка. Уровень плодородности опытного участка $A = 62,01$; группа обоеполюх цветков f , превышала этот уровень на 37,99; точнее: средний урожай группы обоеполюх цветков f , вычисленный на куст, превышал средний урожай опытного участка на 61,25%.

7. Взяв в основу одинаковые цветковые типы, далее одинаковое соотношение типов, автор установил, что в соцветии со средним числом цветков (200–250 цветков) фактический процент оплодотворения был выше, чем в соцветии с большим числом цветков (300–400 цветков), даже при одинаковом относительном процентуальном соотношении оплодотворения.

8. Средняя длина оси кистей, относящаяся к единице оси кистей число созревших ягод, средний вес кистей, величина и средний вес отдельных ягод, среднее число семян ягод и средний вес семян показали наибольшие величины в кистях, состоящих из обоеполюх цветков, средние же величины дали кисти с мужскими и женскими цветками, а самые низкие величины выявили кисти с плодородными аномальными цветками, как и кисти кустов с крестовидными листьями.

Число созревших бессеменных ягод было сравнительно наивысшим в гроздях, развивавшихся по большей части из мужских и женских цветков. Этот результат также указывает на то, что в обоих случаях можно опознать присутствие физиологически переходных цветковых типов.

9. В сахаристости, как и в содержании сухого вещества в урожае отдельных вариантов автор не обнаружил фактической разницы.

10. В ходе своих исследований автор установил, что на основании формы и расчлененности листовых пластинок можно разобщать четыре характерных типа сорта кадарка, а именно: типы A , B , C и D . Согласно наблюдениям автора плодородность кустов находится в корреляции с формой листовой пластинки. Кусты с весьма сильно расчлененными листьями (крестовидные листья) малоурожайны. У кустов с листьями A и B очень часто имеет место «осыпание», особенно у типа A . В гроздях этих групп встречаются много мелких ягод, а часто вся гроздь состоит из бессеменных ягод. Листья типа C как правило являются членами плодородных высокосортных кустов сорта кадарка.

11. Исследования автора предоставляют возможность выяснения существующих до сих пор понятий об условиях оплодотворения сорта кадарка.

«*Мужским сортом кадарка*» можно назвать те виноградные кусты, которые имеют по большей части мужские цветки и по меньшей части — обоеполюе цветки с малыми, возможно и большими пестиками. У таких кустов, в противоположность описанию Мольнара, большая часть цветков опадает без оплодотворения, и одна часть гроздей оказывается неполной.

«*Женским сортом кадарка*» можно назвать такие виноградные кусты, на которых преобладают женские цветковые типы и носят в меньшем количестве цветковые типы с малыми и большими пестиками. Оплодотворение таких кустов тоже может быть недостаточным, вследствие чего получаются неполные, пустые грозди.

Сорт кадарка с чисто женскими цветками (цветковый тип I). — согласно исследованиям автора — не существует. Цветки так называемого «*белого сорта кадарка*» являются исключительно женскими, но название сорта без сомнения неправильное. Эта разновидность не является разновидностью сорта кадарка.

Цветки так называемого сорта «*болонд кадарка*» (сорт, дающий чрезвычайно обильные урожаи) весьма большие; соцветие этого сорта состоит из обоеполюх цветков с большими пестиками.

К описанному в ампелографиях сорту т. н. «*ругош кадарка*» (плохо оплодотворяющийся сорт, частое «сыпание») относятся, по существу, кусты не одного, но нескольких весьма различающихся друг от друга цветковых типов, и его нельзя считать особым типом кадарка. Причиной опадения цветков и плодов может быть присутствие на кусте большого числа бесплодных мужских и женских цветковых типов, аномальных цветков. Осыпание цветков и зачатков плодов встречается также и у мужских, и женских сортов кадарка. Поэтому гораздо правильнее было бы применение названия «ругош» (осыпать)

только в определенных случаях и не для названия группы, неправильно определенной как особая разновидность сорта кадарка.

Название «высокосортный кадарка» автор считает надлежащим для наименования плодоносных хорошо созревающих кустов «синего кадарка» с соцветием, состоящим из плодоносных цветков с малыми и большими пестиками.

Среди «*кордованьш левелю кадарка*» (кадарка с кожанными листьями) весьма много бесплодных кустов с аномальными цветками. Кусты «*Кадарка с крестовидными листьями*» носят весьма мало цветков. «*Гусиная лапка*» («Лудталпу» листья со средней расчлененностью) как правило плодоносного цветкового типа, их плодоносность надежная.

Кусты с плодоносными аномальными цветками можно назвать «кадарка с суставчатыми ягодами», а рано процветяющие кусты со звездообразным венчиком — «кадарка со звездообразными цветками».

Важнейшим результатом своих исследований автор считает то, что он на основе полученных данных составил *селекционный определитель сорта кадарка*. При помощи этого определителя дается возможность с относительно незначительными расходами, в течение короткого времени производить для народного хозяйства в большом количестве отборные черенки, бесконечно быстрее, чем примененной до сих пор клоновой селекцией и гораздо тщательнее и надежнее, чем примененной до сих пор положительной или отрицательной массовой селекцией. Данная методика дает возможность не только для производства отборных черенков соответственно темпу реконструкции венгерского виноградарства, но и для закладки виноградников, плодоносность которых может при одинаковых с сегодняшними условиях производства превышать ежегодный уровень плодоносности венгерских закладок сорта кадарка на 60—100 и даже больше процентов.

VARIABILITÄT UND FRUCHTBARKEIT DER BLÜTENTYPEN DER TRAUBENSORTE KADARKA

Von

P. KOZMA

Zusammenfassung

Der Verfasser hat in den Jahren 1950—1954 in der Weinbauversuchsstation von Miklóstelep des Versuchsinstituts für Ampelologie Untersuchungen zwecks Studium der Variabilität der in Ungarn auf den breitesten Flächen angebauten und auch in mehreren anderen Ländern (Jugoslawien, Bulgarien, Rumänien und Sowjetunion) auf bedeuten Gebieten verbreiteten Traubensorte Kadarka durchgeführt. Er stellte sich vor allem die Aufgabe, die vorkommenden Blütentypen, das Verhältnis ihres Vorkommens, ihre Variabilität, ihr gemeinsames Vorkommen ihre Wirkung auf den Fruchtertrag sowie die Eigenschaften der aus den verschiedenen Blütentypen entstandenen Früchte, die Variabilität der Blattformen, den Zusammenhang zwischen Blattform und Fruchtung zu erforschen.

Die theoretischen und praktischen Ergebnisse seiner Forschungen fasst der Verfasser im folgenden zusammen:

1. Es wurde festgestellt, dass alle normalen Grund- und Übergangsblütentypen und neben diesen auch mehrere abnorme fruchtbare und abnorme unfruchtbare Typen innerhalb der Traubensorte Kadarka vorkommen. Unter den androiden Blütentypen (Blütentypen männlichen Charakters) wurde der physiologische Übergangstyp zwischen zwittrigen und androiden Blütentypen gefunden. Der Quotient, Stempel: Staubfadenlänge ($g : a$) wurde ausgerechnet. Auch durch diese Zahl werden die einzelnen Typen gut charakterisiert.

2. Das Typensystem der Traubensorte Kadarka wurde auf Grund der charakteristischen morphologischen und physiologischen Eigenschaften sowie auf den der phylogenetischen Zusammenhänge aufgestellt. Sowohl die einzelnen Blütentypen wurden — ähnliche Zusammenhänge in Betracht ziehend — symbolisiert wie die bisher noch nicht symbolisierten intermediären und abnormen Blumentypen mit den Typ charakterisierenden Symbolen versehen. Auch die morphologischen und physiologischen Zusammenhänge der Blütentypen wurden im Blütensystem bezeichnet. Die morphologischen Typen wurden mit den Minuskeln des lateinischen Alphabets die physiologischen Typen hingegen mit römischen Zahlen versehen.

3. Es wurde festgestellt, dass innerhalb je eines Blütenstandes und je eines Rebstockes am öftersten nur die zwittrigen (*f*) Typen mit kleinen und grossen Fruchtknoten, die fruchtbaren abnormen, die sich vollkommen oder teilweise sternartig öffnenden und die unfruchtbaren abnormen Typen in reiner Form vorkommen, obgleich diese Blütentypen zum grossen Teil häufig auch mit anderen Blütentypen gemischt erscheinen. Die übrigen Blütentypen kommen zumeist gemischt vor. Am häufigsten sind in demselben Geschein Blütentypen von identischem Geschlechtscharakter zu finden, also androide oder gynoide, und in beiden zwittrige Blüten. In einer kleinen Anzahl von Gescheinen gelang es dem Verfasser, androide und gynoide Blüten auch beisammen zu finden. In den Gescheinen mit gemischten Blüten herrschte im allgemeinen ein einziger Blütentyp vor, und die ihm morphologisch nächststehenden Blütentypen in grösserer, die morphologisch und physiologisch entfernter stehenden in einer sich allmählich verringernenden Anzahl.

Auf Stöcken mit aus Blüten männlichen Charakters und Zwitterblüten zusammengesetzten Gescheinen gestaltet sich das Verhältnis der verschiedenen Blütentypen in den Gescheinen der von verschiedenen Stellen des Stockes stammenden Fruchttriebe charakteristisch: so in den Gescheinen der mittelmässig und schwach tragenden Wassersprossen der physiologisch männliche und der intermediäre *d* sowie die fruchtbaren Zwitterblüten. Ein ähnliches Verhältnis der Blütentypen lässt sich auch in den aus dem Basisauge des Reservezapfens entstandenen Gescheinen beobachten. Auf den aus den oberen entwickelten Knospen der einfachen Tragrebe entstandenen Trieben verschiebt sich aber das Verhältnis; die fruchtbaren Blütentypen erscheinen in grösserer Anzahl, und die Menge der physiologisch männlichen, der morphologisch männlichen und der intermediären Typen verringert sich; doch sie sind noch immer in grosser Anzahl vorhanden.

In den Gescheinen der Fruchttriebe des Tragzapfens erscheinen Zwitterblütentypen in noch grösserer Anzahl, während die intermediären und männlichen Blütentypen entweder vollkommen fehlen oder nur in ganz unbedeutenden Mengen auftreten. Natürlich kommt auch hier die schon vorhererwähnte Erscheinung zur Geltung, dass im Geschein neben dem vorherrschenden Blütentyp auch andre doch aus Blüten identischen Charakters bestehenden Blütentypen (ihm morphologisch und physiologisch näher verwandten in grösserer, die entfernteren in einer sich allmählich verringernender Zahl) zu finden sind. Ähnliche Erscheinungen kann man — wenn auch in selteneren Fällen — auch bei den Stöcken mit aus Blüten weiblichen Charakters zusammengesetzten Gescheinen beobachten. In solchem Fall kann sich innerhalb eines Stockes das Verhältnis zwischen den Zwitterblüten *f* mit grossem Fruchtknoten und den weniger funktionellen, morphologisch intermediären Blütentypen weiblichen Charakters ändern. Es scheint, dass sich die physiologische Polarität auch in der Gestaltung der Geschlechtsverhältnisse äussert.

Auf Stöcken mit Blütentypen von funktionell weiblichem Charakter und mit unfruchtbar abnormen Typen kamen keine morphologisch oder physiologisch intermediäre Blütentypen vor.

4. Im Zusammenhang mit der jährlichen Veränderung der Blütentypen auf demselben Rebstock konnte beobachtet werden, dass der Zwitterblütentyp *f* mit grossem Fruchtknoten den beständigen Charakter aufwies, eventuell wechseln sich auf den Stöcken mit aus *f* Blüten zusammengesetzten Gescheinen in geringen Mengen die Blütentypen *e* und *g* ab. Regelmässige, jährlich gleichmässige Erträge sicherten die Stöcke, auf denen die Zwitterblüte *f* vorherrschte.

Vorwiegend wechselten sich die intermediären Typen männlichen Charakters ab. Das Verhältnis der intermediären und der Typen mit fruchtbarem und unfruchtbarem Fruchtknoten hat sich auf ein und demselben Stock alljährlich bedeutend verschoben. Darin lag auch einer der Gründe, dass einzelne Stöcke mit aus androiden und zwittrigen Blüten zusammengesetzten Gescheinen in einem Jahr schöne volle Trauben brachten, im nächsten dagegen ihr Blütenstand oder ein grosser Teil ihrer Blüten abfiel und sich lückenhafte Trauben mit kernlosen Beeren ausbildeten.

Im allgemeinen konnte beobachtet werden, dass sich in Jahren mit trockenem Frühling, ferner bei Verschlechterung des Zustandes der Rebstöcke und bei einem zu üppigen Triebwachstum, die Maskulinisierung der Blütentypen auf ein und demselben Stock steigerte. Bei einem sich verbesserndem Zustand der Rebstöcke und bei günstiger Frühjahrswitterung nahm hingegen auf demselben Stock das Verhältnis der fruchtbaren zwittrigen Blütentypen zu.

Auch auf Stöcken mit Blüten weiblichen Charakters, ja sogar auf denen mit fruchtbaren abnormen Blüten kam im Verhältnis der Blütentypen eine geringe, unbedeutende Verschiebung vor: z. B. auf Stöcken mit aus gemischten Blüten weiblichen Charakters zusammengesetzten Blütenständen änderte sich das Verhältnis der zwittrigen Blütentypen mit grossem Fruchtknoten und der sich sternartig oder teilweise öffnenden physiologisch weiblichen Blütentypen. Die zwei letzten Blütentypen hat der Verfasser lediglich in den aus Blütentypen mor-

phologisch weiblichen Charakters und aus Mittelformen zwischen den zwittrigen und weiblichen Blüten zusammengesetzten Gescheinen vorgefunden.

Auf Stöcken mit physiologisch weiblichen und auf denen mit abnormen unfruchtbaren Blüten liess sich keine Typenänderung wahrnehmen.

Der Reichtum an Blütentypenvarietät, die Variabilität der Blütentypen und der anderen morphologischen Merkmale bei der Sorte Kadarka lässt darauf schliessen, dass unter ungarischen Verhältnissen diese Sorte in biologisch aufgelockertem Zustand in einer bestimmten Richtung in Entwicklung begriffen ist. Allein die Geschlechtsverhältnisse in Betracht ziehend, scheint es, als würde sich die Geschlechtstrennung (im physiologischen Sinne) — der Anpassungsvorgang an die Fremdbestäubung der Sorte — vor unseren Augen abspielen.

In Anbetracht dessen, dass die Blütentypen dieser Sorte besonders stark auf die Umwelt-einwirkungen reagieren, gehört diese Traubensorte zu denjenigen, deren Fruchtbarkeit durch agrotechnische Kulturarbeiten (Rebenschnitt, Ablauben usw.) stark beeinflusst werden kann.

5. Die Befruchtungswahrscheinlichkeit der einzelnen Blütentypen ist veränderlich. Die vergleichenden Untersuchungen ergaben, dass die zwittrigen Blütentypen mit grossem, ferner die mit kleinem Fruchtknoten am sichersten befruchtet werden. Bei diesen Blütentypen ist die Befruchtungsmöglichkeit auch bei Nichtentfaltung der Blumenblätter gesichert. Diese Möglichkeit weist auf ein und denselben Stock sowie in den einander folgenden Jahren eine — von der Grösse der Gescheine, von dem physiologischen Zustand des Stockes und den Witterungsverhältnissen abhängige — verhältnismässig geringe Veränderung auf (5—10 %).

Stark veränderlich (50—75 %) ist die Befruchtungswahrscheinlichkeit des physiologisch intermediären Typs zwischen physiologisch männlichen und zwittrigen Blüten, da dieser Typ gegenüber dem physiologischen Zustand des Stockes und der in den Umweltbedingungen eintretenden Veränderungen überaus empfindlich ist. Diese Blütentypen neigen stark zur Parthenokarpie.

Die physiologisch männlichen, morphologisch intermediären Blütentypen (*a*, *b*, *c*) sind zur Befruchtung nicht befähigt, fallen während der Blütezeit ab, infolgedessen sind sie wertlos.

Auch die Befruchtungswahrscheinlichkeit der Blütentypen weiblichen Charakters ist geringer (30—50 %), vornehmlich wenn die Staubfäden kurz sind und sich die Blumenblätter nicht öffnen. In diesem Fall ist die Befruchtungswahrscheinlichkeit der Blüten gering, ein grosser Teil der Blüten fällt ab, und es entsteht eine lockere, lückenhafte «zerfetzte» (durchrieselnde) Traube.

Die Befruchtungswahrscheinlichkeit der fruchtbaren abnormen Blütentypen weiblichen Charakters ist ebenfalls gering, ihre Trauben sind ausserordentlich lückenhaft (durchrieselnd).

Auch von den geschlossen blühenden Blüten von physiologisch vollkommen weiblichen Charakter ist kein Ertrag zu erwarten, eventuell von denen die geöffnet blühen und durch fremden Blütenstaub befruchtet werden. Gleich Null ist die Befruchtungswahrscheinlichkeit der sich sternartig und teilweise öffnenden Blüten weiblichen Charakters und die der unfruchtbaren abnormen Blüten. Rebstöcke mit solchen Blüten lassen ihre Frucht durchrieseln.

6. Zum Vergleich der Produktionswerte der einzelnen Typengruppen hat der Verfasser die Verhältnisse der Befruchtung- und Fruchtertragsfähigkeit ihrer Blütenerträge studiert.

Die Befruchtung des Blütenertrages wurde durch den *effektiven Befruchtungsprozentsatz* ausgedrückt. Die durch die effektive Befruchtung des Blütenertrags gewonnene Fruchtertragsfähigkeit der Gescheine wurde durch die *relativen Befruchtungsprozente* charakterisiert.

Das effektive und relative Befruchtungsniveau hat der Verfasser durch den durchschnittlichen Befruchtungsprozentsatz des Blüten- und Trauben ertrages einer Parzelle charakterisiert. Das *Befruchtungsniveau* wurde auf Grund der Befruchtung und des Rebstockverhältnisses der einzelnen Blütentypgruppen berechnet. Laut der Untersuchungen verfügen Gescheine mit Blüten mit grossem und kleinem Fruchtknoten über die höchsten effektiven und relativen Befruchtungsprozente. Die übrigen Typengruppen weisen alle mehr oder minder niedrigere Befruchtungsprozente auf. Das effektive Befruchtungsniveau der Versuchsparzelle *A* beträgt 51,46 %, das relative Befruchtungsniveau 61,93 %. Der effektive Befruchtungsprozentsatz der Zwitterblumengruppe mit grossem Fruchtknoten übertraf in 25,29 % und der relative Befruchtungsprozentsatz seiner Trauben in 20,58 % das effektive bzw. relative Befruchtungsniveau.

Die Fruchtertragsfähigkeit der einzelnen Typengruppen wurde durch den Durchschnittsertrag der Rebstöcke, ferner durch den Fruchtbarkeitsindex, die Fruchtbarkeit der Parzelle, aber durch das Fruchtbarkeitsniveau gekennzeichnet.

Der Fruchtbarkeitsindex stellt eine Verhältniszahl dar, aus der ersichtlich, wie fruchtbar die einzelnen Typengruppen im Verhältnis zueinander sind. Die Verhältniszahl 100 erhielt die fruchtbarste Blütentypgruppe *f*, die übrigen wurden an Hand ihrer Fruchtbarkeit im Verhältnis zu dieser Gruppe mit dem Fruchtbarkeitsindex versehen (Tab. IX).

Der Durchschnittfruchtbarkeitsindex des Fruchtbarkeitsniveaus ergibt die Durchschnittsfruchtbarkeit der Versuchsparzelles auf Grund der Fruchtbarkeit und der Rebstockverhältnisse der einzelnen Typengruppen. Das Fruchtbarkeitsniveau der Versuchsparzelle *A* beträgt 62,01, diese Zahl wurde durch die Zwitterblütengruppe *f* um 37,99 übertroffen, genauer ausgedrückt: durch den auf einen Rebstock bezogenen Ertragsdurchschnitt der Zwitterblütengruppe *f* wurde der durchschnittliche Ertrag der Versuchsparzelle um 61,25 % übertroffen.

7. Der Verfasser stellte fest, dass identische Blütentypen und ein identisches Verhältnis der Typen angenommen, der effektive Prozentsatz der Fruchtertragsfähigkeit — auch bei identischen relativen Befruchtungsprozenten — bei mittelgrossen Gescheinen (aus 200—300 Blüten bestehend) höher war als bei den grossen (aus 300—400 Blüten bestehenden) Gescheinen.

8. Die Durchschnittslänge der Traubenachsen, die auf eine Traubenachseineinheit entfallende Beerenzahl der zur Reife gelangten Beeren, das Durchschnittsgewicht der Trauben die Grösse und das Durchschnittsgewicht einer Beere, die Durchschnittssamenzahl der Beeren und das Durchschnittsgewicht der Kerne waren am grössten bei den aus Zwitterblüten entstandenen Trauben, mittelgross bei den sich aus Blüten männlichen oder weiblichen Charakters ausgebildeten Trauben und klein bei Trauben der fruchtbaren abnormen und kreuzblättrigen Rebstöcke.

Die Zahl der reifen kernlosen Beeren war verhältnismässig am grössten bei den sich vorwiegend aus Blüten männlichen und weiblichen Charakters gebildeten Trauben. Auch das bezeugt, dass in beiden Fällen die Anwesenheit der physiologisch intermediären Typen zu erkennen ist.

9. Im Zuckergrad und im Trockensubstanzgehalt der Trauben der Varietäten wurde kein wirklicher Unterschied wahrgenommen.

10. Der Verfasser hat im Laufe der Untersuchungen festgestellt, dass man auf Grund der Form und Teilung der Blattspreite vier charakteristische Blättertypen beim Kadarka unterscheiden kann, u. zw. die Typen *A*, *B*, *C*, *D*. Nach den Beobachtungen des Verfassers besteht eine Korrelation zwischen der Form der Blattspreite und der Fruchtbarkeit des Rebstockes. Stöcke mit sehr stark geteilten Blättern (kreuzblättrige) sind schwach fruchtend. Rebstöcke mit *A*- und *B*-Blättern, unter diesen vornehmlich die *A*-Blätter, sind häufig »durchrieselnd«. An ihren Trauben sind viel kernlose Beeren, häufig besteht sogar die ganze Traube aus kernlosen Beeren. Die gut fruchtenden edlen Kadarkastöcke haben im allgemeinen Blätter vom Typ *C*.

11. Die Untersuchungen ermöglichten eine Klärung der bisher bestehenden Ansichten über die Befruchtungsverhältnisse des Kadarka.

»Bockkadarka« (*Bak kadarka*) können also Stöcke genannt werden, die vorwiegend Blütentypen männlichen Charakters und in geringer Anzahl Zwitterblüten mit kleinem, eventuell grossem Fruchtknoten tragen. Bei diesen Rebstöcken fallen — im Gegensatz zu *Molnárs* Beschreibung — viele Blüten ohne Befruchtung ab und ein Teil der Trauben wird lückenhaft und »zerfetzt«.

»Weibliche Kadarka« (*Nöstény kadarka*) werden Rebstöcke genannt, auf denen Blütentypen stark weiblichen Charakters in grösserer Anzahl und Blütentypen mit kleinem und grossem Fruchtknoten in geringerer Anzahl anwesend sind. Ihre Befruchtung kann gleichfalls unvollkommen sein, was lückenhafte, »zerfetzte« Trauben zur Folge haben kann.

Einen Kadarka mit rein weiblichen Blüten (Blütentyp 1) gibt es nach den bisherigen Forschungen des Verfassers nicht. Die Blüten des sog. »Weissen Kadarka« (*Fehér Kadarka*) bestehen aus rein weiblichen Blüten, doch es unterliegt keinem Zweifel, dass die Benennung der Sorte unrichtig ist. Diese Abart ist keine Kadarkavarietät.

Die Blütenertrag des »Tollen Kadarka« (*Bolond Kadarka*) ist ungemein gross, seine Blütenbestände setzen sich aus Zwitterblüten mit grossem Fruchtknoten zusammen.

Die in den Ampelographien angegebene Benennung »Durchrieselnder Kadarka« (*Rugós kadarka*) ist dem Wesen nach nicht eine für einen einzigen Rebstock gültige Bezeichnung. Unter diesem Namen wurden mehrere Stöcke mit voneinander stark abweichenden Blütentypen zusammengefasst, und sie kann nicht als Bezeichnung eines besonderen Kadarkatyps angenommen werden. Ursache des Blüten- und Fruchtabfalls kann die grosse Zahl der am Stock vorkommenden unfruchtbaren Blütentypen männlichen und weiblichen Charakters, sowie die abnormen Blüten sein. Auch die »Bock«- und »Weibliche Kadarka« lassen die Blüten und jungen Beeren durchrieseln. Es ist daher viel richtiger die Bezeichnung »durchrieselnd« nur bei bestimmten Fällen anzuwenden und nicht für eine, unrichtigerweise als eine besondere Kadarkavarietät angenommene Gruppe.

Der Verfasser findet die Benennung »Edler Kadarka« (*Nemes Kadarka*) für die fruchtbaren, gut reifenden »Blaukadarka« (*Kék Kadarka*) Stöcke mit Gescheinen aus fruchtbaren Blüten mit kleinen und grossen Fruchtknoten geeignet.

Unter den »*cordovanblättrigen*« Kadarkas (Kordoványos levelű) befinden sich in bedeutender Menge Rebstöcke mit abnormen Blüten. Der Blüten- und Fruchtertrag der »*kreuzblättrigen*« (Kereszteslevelű) Kadarkastöcke ist gering. Die »*Platfuss*« (Lúdtalpú) Kadarkastöcke mit mittelmässig geteilten Blättern haben im allgemeinen fruchtbare Blütentypen und eine verlässliche Fruchtbarkeit.

Die fruchtbaren Rebstöcke mit abnormen Blüten können »spaltenbeerige« (cikkelyes bogycájú) Kadarka, die mit einer sich frühzeitig sternartig öffnenden Krone »sternblumige« (Csillagvirágú) Kadarka genannt werden.

Der Verfasser zählt zu den wichtigsten Ergebnissen der Untersuchungen, dass an Hand der Forschungsergebnisse die Aufstellung eines Bestimmungsschlüssels für die rasche Selektion der Kadarka Sorten ermöglicht wurde. Mit Hilfe dieser Methode ist man in der Lage, hochwertiges Vermehrungsmaterial mit verhältnismässig geringen Kosten sowohl unermesslich rascher als durch die bisher angewendete Klonauslese sowie umsichtiger und weitaus verlässlicher, als durch die bisher angewendete negative und positive Massenauslese für die Volkswirtschaft zu erzeugen. Dank dieser Methode wird es gelingen, hochwertiges Vermehrungsmaterial entsprechend dem Tempo unserer Weinbaurekonstruktion zu erzeugen und dadurch die Möglichkeit zu schaffen, Pflanzungen anzulegen, deren Fruchtbarkeitsniveau die heute bestehenden Kadarkapflanzungen — dieselben Produktionsverhältnisse angenommen — um 60—100 %, ja sogar um einen noch höheren Prozentsatz zu übersteigen imstande sein wird.

DIE RUDERALEN UNKRAUTGESELLSCHAFTEN UNGARNS

II. STUDIEN ÜBER ÖKOLOGIE UND SUKZESSION*

Von
G. UBRIZSY

FORSCHUNGSINSTITUT FÜR PFLANZENSCHUTZ, BUDAPEST

(Eingegangen am 3. Dezember 1954.)

1. Mikroklima- und Monolithuntersuchungen

Parallel mit der relativen Zunahme unkrautbewachsener Gebiete, wuchs in der letzten Zeit auch das Interesse der Phytozönologen an Unkrautpflanzen, an ihren Vergesellschaftungen und ihrem Lebenslauf sowie an allen Erscheinungen, welche für das Zustandekommen und die Entwicklung der Pflanzengesellschaften ausschlaggebend sind. Früher wurden die segetalen und ruderalen Unkrautgesellschaften im Rahmen der geobotanischen Charakterisierung eines bestimmten Gebietes nur eben der Vollständigkeit halber angeführt, heute sind sie zu selbständigen Forschungszielen und zum Gegenstande eingehender ökologisch-phytozönologischer Analysen geworden. Nach einigen bahnbrechenden Anregungen (z. B. Felföldy, 1942, 2, Morariu 1943, 4, Knapp 1945—46, 3, Ubrizsy 1949—50, 7—9, usw.) erschienen im Jahre 1950 sogar zwei grundlegende Zusammenfassungen über das europäische und insbesondere das eurosibirische Florengebiet: die erste ist die Synthese von Tüxen [6] über ein übersichtlicheres System der bisher beschriebenen Unkrautgesellschaften, die andere die Monographie von Sissingh [5] über die Unkrautvegetation der Niederlande. Insbesondere die letztgenannte ist als bedeutende Arbeit anzusehen, da sie den ersten Versuch zu einer genauen und eingehenden Charakterisierung der Unkrautgesellschaften auf Grund synökologischer und zönologischer Methoden darstellt.

Den ersten Arbeiten über Unkrautgesellschaften liegen fast ausschliesslich phytozönologisch-floristische Beobachtungen und Forschungen zu Grunde. Die eingehende Untersuchung der synökologischen Faktoren, die doch sämtliche Pflanzengesellschaften, somit auch die Unkrautgesellschaften bestimmen, wurde fast ganz ausser acht gelassen. Sogar die erwähnte umfangreiche Arbeit von Sissingh berücksichtigt bloss die im Makroklima zu beobachtenden Merkmale unterscheidet auf Grund dieser atlantische, mediterrane und kontinentale Federationen, die voneinander nicht nur in der zönologischen Zusammen-

Der I. Teil erschien in *Mezőgazdasági Tudományos Közlemények* 1949, I : 87—123 und *Acta Agronomica* 1950, I : 107—159.

setzung (parallele und vikariierende Assoziationen), sondern sogar auch in ihren synökologischen Verhältnissen abweichen.

Die synökologisch eingestellte, eingehende Untersuchung ruderaler Unkrautgesellschaften ist entschieden neu. In der Umgebung Kolozsvárs (Klausenburgs) untersuchte Bujorean (1930, 1) jahrelang die Berausung von Devastationsgebieten. Er wies darauf hin, dass sämtliche Ruderalstellen als Kulturwüsten bzw. als künstliche Kultursteppen aufgefasst werden können. Die hier sich entwickelnden Pioniergesellschaften tragen noch Halbwüsten-Charakter und gestalten die anfänglich extremen mikroklimatischen Verhältnisse im Laufe der ruderalen Sukzession in mezophile d. h. dem ursprünglichen Klima des betreffenden Standortes entsprechende Verhältnisse um. Ich selbst führte in den Jahren 1953 und 1954, zur Klärung der synökologischen Verhältnisse der im Laufe der progressiven Sukzession im Idealfall einander ablösenden, charakteristischsten Unkrautgesellschaften, eingehende Untersuchungen durch. Diese Untersuchungen wurden durch die Analyse von $20 \times 10 \text{ cm}^2$ grossen, 0,5 m tiefen Monolithen ergänzt, um die während der ruderalen Sukzession entstehenden, biodynamischen Veränderungen feststellen zu können. Auf die grosse praktische Bedeutung solcher Monolithuntersuchungen wies unter einheimischen Verhältnissen bereits Máthé [5] hin. Gegenstand dieser Untersuchungen war in meinem Forschungsgebiet die gesamte pflanzliche Biomasse der Monolithen, die Wurzelmasse, die Gesamtmenge der oberirdischen Pflanzenteile, die Wurzellänge, die durchschnittliche Höhe des oberirdischen Pflanzenbestandes und das Mikroklima. Es gelang mir festzustellen, dass im Vergleich zu den vollkommen zerstörten, ihrer Pflanzendecke beraubten Flächen, in den einzelnen Phasen der ruderalen Sukzessionen die Pflanzenmenge, die Wurzelmasse und Wurzelsättigung der Rhizosphaera, sowie die Bestandshöhe bzw. die Wurzellänge progressiv zunehmen, d. h. dass die pflanzliche Produktion steigt (Ubrizsy, 1954, 13).

Die Untersuchungen wurden auf kalkigem Mergelboden, an betretenen, d. h. anthropogener Einwirkung stark ausgesetzten Standorten, auf einem in nordöstlich-südwestlicher Richtung geneigten Hang des Rózsadombs (Rosenhügel) in Budapest durchgeführt. Als Kontrolle diente die vegetationslose Fläche des ausgetretenen Pfades, während die untersuchten Assoziationen infolge der zonalen Komplexbildung, der immer mehr nachlassenden Betretung gemäss, hintereinander zonenartig angeordnet lagen und sich unter relativ gleichen ökologischen Verhältnissen befanden (ein grundlegender Unterschied erwies sich natürlich im Grade der Betretung und Störung). Die Luftfeuchtigkeit und die Lufttemperatur wurden unmittelbar über der Bodenoberfläche (in einer Höhe von 2 cm) gemessen, die Mengenverhältnisse der Pflanzenmasse in trockenem Zustand festgestellt und Bestandshöhe sowie Wurzellänge an Ort und Stelle bestimmt. Die Angaben in Tabelle 1 zeigen sehr anschaulich das Verhalten der hintereinander zonenartig angeordneten und entwicklungs-

Tabelle 1
Monolithuntersuchungen

Gesellschaft	Zeit 1953	Tem- peratur 13h	Luft- feuch- tigkeit 13h	Bestands- höhe, cm	Pflanzen- masse gr	Wurzel- masse gr	Oberird. Pflanzen- masse gr	Wurzel- länge cm
Kontrolle	VI. 10	25,6	66,8	—	—	—	—	—
	VI. 24	29,2	62,0	—	—	—	—	—
<i>Polygonetum avicularis</i>	VI. 10	26,0	82,4	6—8	3,82	0,72	3,1	10,5
	VI. 24	29,1	66,8	10—14	24,62	9,5	15,12	12,0
<i>Hordeetum murini</i>	VI. 10	26,4	84,2	34—36	29,52	10,72	18,8	11,6
	VI. 24	29,0	68,0	40—42	69,22	30,1	39,12	15,5
<i>Lolietum perennis</i>	VI. 10	25,4	92,4	48—52	76,95	33,35	43,6	18,4
	VI. 24	28,2	77,0	58—62	190,4	90,35	100,05	20,2
<i>Arctieto- Ballotetum</i>	VI. 10	30,0	84,5	82—84	224,34	80,62	143,72	40,7
<i>Sambucetum ebuli</i>	VI. 24	26,6	86,8	88—94	350,6	150,2	200,4	122,8

hemmender Einwirkung anthropogener Faktor in verschiedenem Grade ausgesetzten Pflanzengesellschaften. Während in der Initialgesellschaft des *Polygonetum avicularis* bei 6—8 cm Bestandshöhe, die gesamte Pflanzenmasse je nach Monolithen nur 3,82 gr betrug, erreichte gleichzeitig die Pflanzenmasse im *Hordeetum* bei einer Bestandshöhe von 34—36 cm, 20,52 gr und im *Plantagineto-Lolietum* bei einer Bestandshöhe von 48—52 cm, 76,95 gr. Die Pflanzenmasse des *Arctieto-Ballotetum*-Bestandes betrug bei einer Bestandshöhe von 82—84 cm, 224,34 gr, somit auf derselben Fläche bedeutend mehr als die der vorhergenannten. Zwei Wochen später, am 24. Juni, zeigten die im lebhaftem Wachstum begriffenen Rasen — da sich inzwischen gutes Wetter eingestellt hatte — noch bedeutendere Unterschiede in progressiver Richtung. Sowohl die Tiefe und die Sättigung der Rhizosphäera als auch demzufolge deren bodenumwandelnde Rolle, nehmen im Laufe der einander folgenden Sukzessionsstadien bedeutend zu. Gleichfalls werden auch die Menge der oberirdischen Pflanzenmasse, der biodynamische Wert der Rasen und auch deren Rolle in der Speicherung organischer (Humus-) Stoffe stets grösser. Auch das Mikroklima gestaltet sich milder und dementsprechend verändert sich auch die Zusammensetzung der einzelnen Gesellschaften und ihre Lebensdauer, während die Artenzahl zunimmt, die Therophyten durch überwinternde Therophyten und in der Folge durch zweijährige bzw. perennierende Pflanzen abgelöst werden. Die auf die Flächeneinheit bezogene Zunahme der Wurzel- und Grünmasse weist darauf hin, dass die einzelnen Gesellschaften ihre Umgebung wesentlich umgestalten, ihre Produktion an organischen Stoffen erhöhen und in hohem Grade zur Umgestaltung des Standortsklimas beitragen. Im allgemeinen ist auch feststellbar,

dass parallel mit dem Anwachsen der oberirdischen Pflanzenmasse, die Wurzelmasse ebenfalls ständig zunimmt bzw. die durch das Wurzelsystem beanspruchte und bearbeitete Bodentiefe im Sukzessionsvorgang wächst. Der Heuwert der Rasen nimmt ebenfalls im allgemeinen proportional zu (gesteigerte Ansiedelung von Leguminosen, Vorstoss von Gramineen), was jedoch nur in solchen Fällen der Sukzession festgestellt werden kann, in welchen minder nitrophile Rasen einander ablösen und die hochwüchsigen Ruderalgesellschaften aus dem Entwicklungsgang herausfallen.

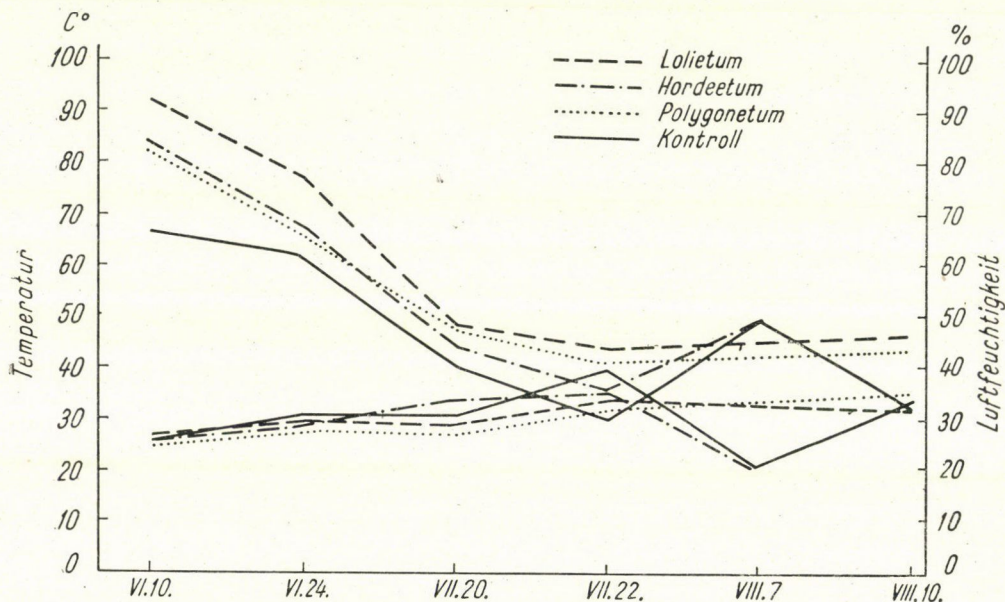


Fig. 1. Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse von drei charakteristischen Unkrautgesellschaften

Ich habe die mikroklimatischen Verhältnisse der drei häufigsten, wichtigsten und in der Sukzession unmittelbar einander ablösenden Assoziationen längere Zeit hindurch untersucht (Fig. 1). Auf Grund der erhaltenen Daten lässt sich feststellen, dass im Vergleich zur Kontrolle, d. h. zur vegetationslosen und infolgedessen durch ausserordentlich extremes Mikroklima ausgezeichneten Fläche das *Polygonetum* bereits ein mässigeres Bestandesklima aufweist. Bedeutend günstigere Verhältnisse zeigt das höhere und kompaktere Rasen bildende *Hordeetum*, in welchem die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitschwankungen geringer als in dem vorhergenannten sind. Wie voraussichtlich, weisen die kompakten und geschlossenen *Lolietum*-Rasen die günstigsten Verhältnisse und die geringfügigsten Schwankungen auf, die im Vergleich zur Kontrolle im Hinblick auf ihr Mikroklima einen mesophylen Charakter haben. Die in *Hordeetum*-Bestand während des Monats August auftretenden Aber-

rationen sind auf den Umstand zurückzuführen, dass die Gesellschaft zu dieser Zeit bereits vollkommen eingegangen war und ein vertrockneter Rasen sich ebenso wie die Kontrolle verhält.

Im Juli und August 1953 führten wir je einmal ganztägige Mikroklimamessungen durch (die Luftfeuchtigkeit wurde mit Hilfe eines Assmannschem Aspirations-psychrometers, die Lufttemperatur an einem Quecksilber-thermometer mit dezimaler Einteilung festgestellt). Von den Ergebnissen seien hier nur die Angaben von vier Assoziationen angeführt (Fig. 2 und 3). Die ganz-

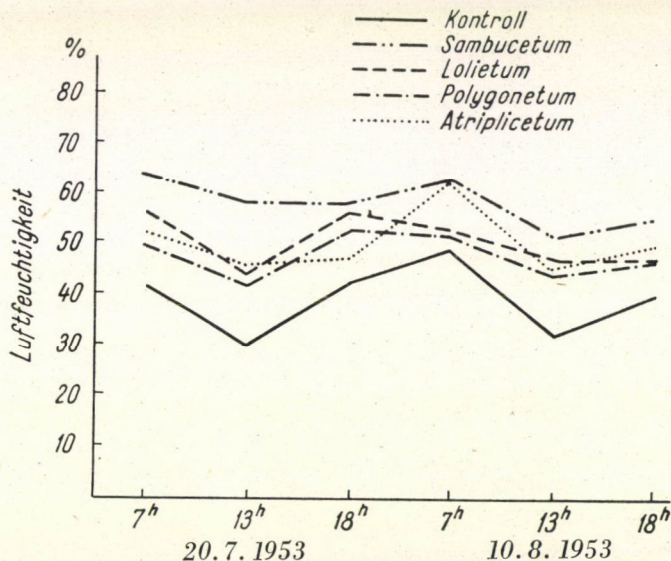


Fig. 2. Luftfeuchtigkeitsverhältnisse von vier Unkrautgesellschaften im Sommer des Jahres 1953

tägigen Messungen wurden am 20. Juli bzw. 10. August vorgenommen. Das am wenigsten geschlossene, durch niedrige Rasenhöhe ausgezeichnete und die Bodenoberfläche nur zum Teil deckende *Polygonetum* ist im Vergleich zur Kontrolle, d. h. zur vegetationslosen Fläche, grössten Temperatur- und Luftfeuchtigkeitschwankungen ausgesetzt, die hier herrschenden Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft erweisen sich also am wenigsten günstig. In dem bereits dichteren Bestand aufweisenden *Atriplicetum*, gestalten sich die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft, obwohl die Schwankungen extremer sein können, günstiger. Besonders gross sind die täglichen Schwankungen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den Morgen- und Mittagsstunden, eine Erscheinung, die mit dem Umstand in Einklang zu bringen ist, dass die *Atriplex tatarica*-Stauden die Bodenoberfläche ziemlich stark beschatten und dadurch zur Bildung von Morgentau bzw. zur Bildung eines grösseren Feuchtigkeitsgehaltes beitragen. Das Bioklima des bekanntlich konservativeren Rasenbestandes von *Plantagineto-Lolietum* ist

sowohl in bezug auf die täglichen Temperatur- als auch die Luftfeuchtigkeitsverhältnisse kleineren Schwankungen unterworfen. Am meisten wird das Klima durch die zusammenhängende, kustenartige *Sambucetum ebuli*-Gesellschaft ausgeglichen, weil diese neben hoher Luftfeuchtigkeit verhältnismässig niedrige Temperaturwerte aufweist.

Im Laufe der Sukzession vermindern sich demnach die Extreme des Klimas in den allmählich sich verdichtenden, differenzierter und abwechslungsreicher sich gestaltenden Pflanzengesellschaften, die dadurch das Entstehen

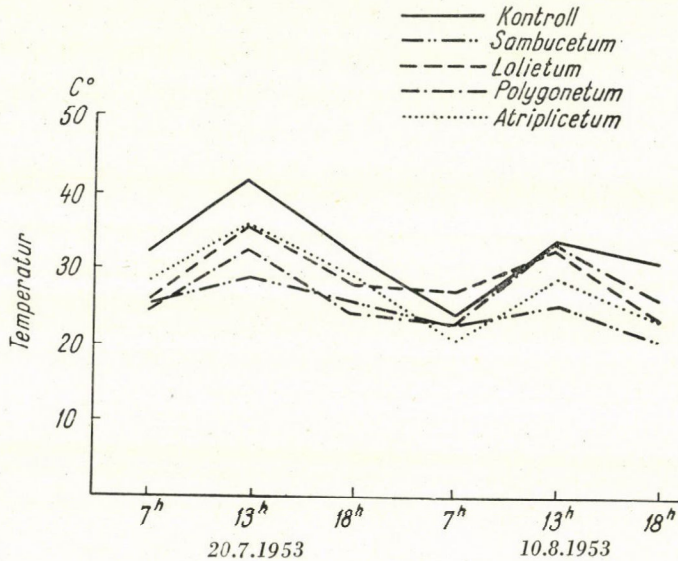


Fig. 3. Temperaturverhältnisse von vier Unkrautgesellschaften im Sommer des Jahres 1953

von höher entwickelten und anspruchsvolleren Phytozönosen ermöglichen. Während unter den extremen Einwirkungen der Betretung und Störung, sowie infolge der grossen Klimaschwankungen sich nur das anspruchslose *Polygonetum* und *Atriplicetum* erfolgreich behaupten können (dieses ist gegen Betretung empfindlicher und entwickelt sich nur an Stellen, die reicher an Stickstoff sind), entstehen parallel mit dem Nachlassen der Einwirkung anthropogener und extrem-klimatischer Faktoren, allmählich kompliziertere, in ihrer Dynamik ausgeglichene und auf Veränderungen weniger empfindliche Rasengesellschaften. Es versteht sich von selbst, dass falls sich neuerdings ein ungünstiger Faktor einstellt, dieser fortschreitende Entwicklungsgang eine Störung erleidet und sich regressiv gestalten bzw. an einem bestimmten Punkt der Entwicklung zurückgehalten werden kann.

Ziel unserer Mikroklima- und Monolithuntersuchungen war, den ökologischen Charakter der einzelnen Unkrautgesellschaften, bzw. die biodynamischen

schen Veränderungen, welche unter dem Einfluss der in Sukzessionsverlauf einander folgenden und ablösenden Gesellschaften entstehen, festzustellen. Falls es gelingt, die die progressive Sukzession bestimmenden Korrelationen und Gesetzmässigkeiten theoretisch zu klären, können diese Ergebnisse in der planmässigen Berasung von Devastationsgebieten erfolgreich angewendet werden. Bereits die bisher durchgeführten Einzelarbeiten beweisen, dass in den einander folgenden Sukzessionsstadien nicht nur die Zusammensetzung, die Produktion organischer Substanz, die Ameliorationswirkung und Humusspeicherung der Zönosen zunehmen, sondern dass sich auch der Standort umgestaltet und die ökologischen Extreme abgestumpft werden, wodurch der Standort für die Entstehung wertvollerer, höher organisierter, grössere Mengen organischer Substanz produzierender Pflanzengesellschaften geeigneter wird.

2. Berasungsverlauf im Hofe eines Hauses von 1946 bis 1950

Die ruderalen Unkrautgesellschaften kommen unter dem starken Einfluss anthropogener Faktoren zustande, infolgedessen ist ihr Bestehen oder ihre Umgestaltung insbesondere von den Veränderungen dieser Faktoren abhängig. Zusammensetzung, Artenzahl, zöonologisches Gleichgewicht, Lage und biodynamischer Wert der einzelnen Assoziationen sind mit der Betretung dem Nitrogengehalt, der Störung, dem Umbruch und mit anderwertigen ähnlichen ruderalen Einwirkungen aufs engste verknüpft. Unter dem Einfluss besonders extremer Verhältnisse können aus nur einigen Pflanzenindividuen bestehende, zu sprunghaften zöonologischen Veränderungen neigende Pioniergesellschaften ausserordentlich labilen Gleichgewichtes entstehen, während sich die Entwicklung, unter Einwirkung des proportionalen Rückganges extremer Faktoren, je nach dem Standort, in die Richtung der mesophilen, mesohygrophen bzw. mesoxerophilen Rasenbildung bewegt. Auch an Ruderalstellen ist die Vegetation bestrebt, sich zu regenerieren und alles, was sich vor unseren Augen abspielt, ist eigentlich nichts anderes, als der Kampf der Pflanzendecke gegen die durch den Menschen künstlich hervorgerufene Kulturwüste. Es war mir gestattet, die Erscheinungen einer solchen Vegetationsregeneration 5 Jahre hindurch Tag für Tag zu beobachten.

Gegen Ende des Jahres siedelten sich an den ungestörtesten Stellen bereits einige Pflänzchen von *Polygonum aviculare* an, 1947 überzog der schütterere Rasen der genannten Pflanze die mittleren und tieferen Lagen der Stätte (Deckung etwa 20—30%). An der Basis der nördlich gelegenen Wände — die dementsprechend ein relativ kühleres und feuchteres Mikroklima aufweisen — wurzelten sich einige Pflänzchen von *Poa annua* fest. Im folgenden Jahre besiedelte die *Polygonetum avicularis*-Gesellschaft einen bedeutenden Teil des Hofes und nur die am stärksten betretenen Stellen wurden freigelassen. Innerhalb dieser

Gesellschaft erschien in den tieferen und geschützteren Lagen, als typischer Frühlingsaspekt (bzw. Fazies) *Matricaria chamomilla*. Längs des Zaunes bemerkte man nicht betretene, typisch hochgewachsene Exemplare von *Atriplex tatarica*;

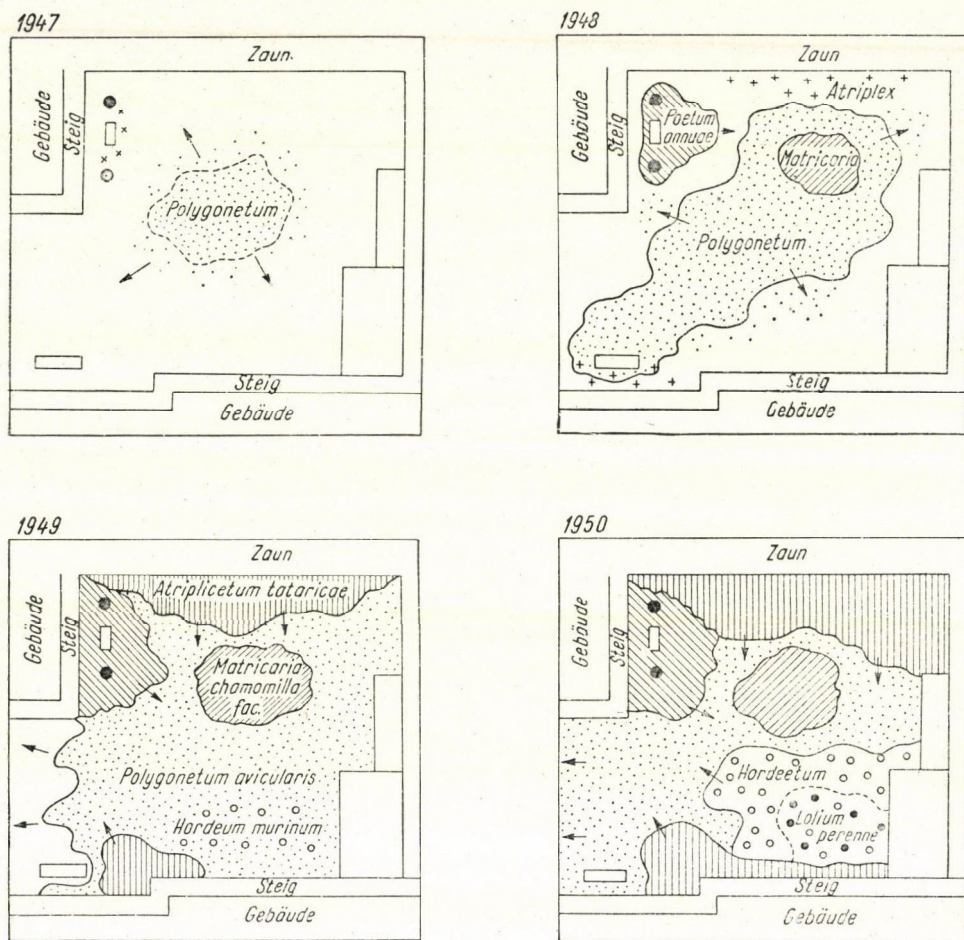


Fig. 4. Die einzelne Stadien des Berasungsverlaufes

in der Vergesellschaftung konnten vereinzelt auch einige Pflänzchen von *Hordeum murinum* aufgefunden werden.

Fig. 4 stellt die Lage im Jahre 1947 dar, als das *Polygonetum* noch im Entstehen begriffen war. 1948 überzog das *Polygonetum* mit seinen locker geschlossenen Rasen, sporadisch bereits den grössten Teil des Hofes, während an ökologisch günstigeren Stellen auch die Entwicklung anderer Pflanzenbestände (*Atriplicetum*, *Poetum annuae*) begann.

Fig. 4 gibt auch die Situation im Jahre 1949 wieder, als schon sämtliche, bereits entwickelte Pflanzengesellschaften in Ausbreitung begriffen waren. Das *Polygonetum* drang (als Initialgesellschaft) gegen die ausgetretenen kahlen Flächen, das *Poetum annuae* im Schatten zweier Robinien bzw. der Hauswände gegen das *Polygonetum* vor. Ebenso verhielt es sich auch mit *Atriplicetum tataricae*. Beide stellen nämlich dynamischere und hochwertigere Gesellschaften dar. An einer Stelle des *Polygonetums* ist die bereits erwähnte Gesellschaft von *Hordeetum murini* im Entstehen begriffen (zu dieser gesellten sich auch vereinzelte Exemplare von *Lolium perenne*!). Die Ausbreitungsrichtungen der verschiedenen Gesellschaften wurden in der Abbildung durch Pfeile angedeutet und weisen gleichzeitig darauf hin, dass sich das ursprüngliche Steppenbiotop in klimatischer und ökologischer Hinsicht bereits etwas gebessert hat. Im Zusammenhang mit der Entstehung der charakteristisch nitrophilen Gesellschaft des *Atriplicetums* bemerke ich, dass das Kleinvieh des benachbarten Hühnerhofs häufig längs des Zaunes zu scharren und zu grasen pflegte, wodurch dem Boden ziemlich reichlich Stickstoff zugeführt wurde.

In meiner 1949 erschienenen Abhandlung [7] schrieb ich über diesen Regenerationsverlauf:

»Falls dieser Ort in Zukunft keinen stärkeren, anderwärtigen anthropogenen Einflüssen ausgesetzt ist, (wie z. B. Behackung oder Umgrabung), wird es möglich sein, die Folge der einander ablösenden Gesellschaften auf Jahre voraus zu bestimmen. An Stellen des kurzrasigen *Polygonetums* dringt an schattigen Orten das *Poetum annuae* vor, der an Stickstoff reicheren Stellen bemächtigt sich jedoch das *Atriplicetum*, während sich im Schutze seiner ansehnlichen Sträucher ein Rasen von *Hordeum murinum* entwickelt (natürlich bloss in diesem Falle, denn unter anderen Standortsverhältnissen zeigt das *Atriplicetum*, wie allbekannt, eine betretene, der Bodenoberfläche angeschmiegte Form!). Fast unmerklich wird das *Hordeetum* durch *Lolietum* verdrängt (denn gleichzeitig mit jenem siedelt sich dort bereits auch *Lolium perenne* an). Dieser Rasen ist bedeutend standhafter und falls sich die Kultureinflüsse auch weiterhin verringern, wird der Platz des ruderalen *Lolietums* durch die Halbkulturgesellschaft des *Lolietum achilleosum* eingenommen usw.«

Im Jahre 1950 (Fig. 4) gestalteten sich die Verhältnisse tatsächlich so, wie sie auf Grund der Lage von Jahre 1949 vorausbestimmt werden konnten. Das Areal des *Polygonetums* vergrößerte sich auf Kosten der kahlen Flächen, während an Stelle des *Polygonetums* *Hordeetum* und *Atriplicetum*, ferner *Poetum annuae* erschienen; im *Hordeetum* setzte sogar die Bildung eines zusammenhängenderen *Plantaginetum-Lolietum*-Bestandes ein. Die weitere Entwicklung wurde durch die Umgrabung des Ortes abgebrochen, die gesamte Sukzessionsreihe konnte infolgedessen leider nicht weiter verfolgt werden.

Dieses Sukzessionsbeispiel wirft ein scharfes Licht auf die bestimmende Rolle der einzelnen ökologischen Faktoren im Entwicklungsgang der Pflanzen-

gesellschaften. Die Betretung, die Stickstoffzufuhr und z. T. der Umbruch (an solchen Stellen entwickelte sich im *Polygonetum* eine *Matricaria chamomilla*-Fazies!) bestimmen die Entwicklungsrichtung. Das gegenüber dem Betretungsfaktor am wenigsten empfindliche *Polygonetum* erwies sich natürlich als Pioniergesellschaft, während das *Atriplicetum*, das diesem Faktor gegenüber bereits empfindlicher ist, jedoch mehr Stickstoffzufuhr beansprucht, sich gewissermassen im Schutze des *Polygonetums* entwickelte. Das hygrophilere *Poetum annuae* bildete sich an den durch Gebäude und Bäume beschatteten, also feuchteren Standorten, während sich das *Hordeetum* und innerhalb desselben das *Lolietum* an den am wenigsten betretenen und gestörten, somit also ökologisch günstigsten Stellen entwickelten. Während das Erscheinen des *Polygonetums*, *Atriplicetums* und des *Poetum annuae* auf den Devastationsflächen gewissermassen sprunghaft erfolgte und auch die Ausbreitung des *Polygonetums* sich in Zukunft äusserst dynamisch gestaltete, ging die Entwicklung des ökologisch anspruchsvolleren *Hordeetums* bzw. *Plantagineto-Lolietums* langsamer vor sich und setzte mit der Ansiedlung von nur 1–2 Exemplaren ein.

Die verhältnismässig rasch sich vollziehende Berasung der Sörungen weniger ausgesetzten Ruderalstellen, gehört zu den dynamischsten Erscheinungen der Vegetationsregeneration. Während an Standorten mit natürlicher Vegetation die Wiederherstellung der ursprünglichen Pflanzendecke Jahrzehnte oder Generationen in Anspruch nimmt, sind die Sukzessionserscheinungen in Gebieten, die unter menschlichem Einfluss stehen, infolge der ausserordentlich dynamischen Gestaltung der menschlichen Einwirkung sehr mobil. Die ruderale Unkrautdecke eines Gebietes kann sich sehr leicht abbauen und sich innerhalb weniger Jahre regenerieren; die Sukzessionsfolge entwickelt sich serienweise. Auch an anderen Teilen des Landes, an ständigen Beobachtungsstellen habe ich das ganze Jahr hindurch (also auch während der Wintermonate) ähnliche Berasungsvorgänge studiert, wobei ich ausser eingehenden zöologischen Analysen, stets auch Skizzen anfertigte. Die Besprechung des angeführten Beispiels dürfte durch den Umstand gerechtfertigt werden, dass ich die Beobachtungen in diesem Falle täglich anstellen konnte und dass sich die gesamte Erscheinung unmittelbar vor meinen Augen abspielte.

3. Die Rolle der Nitrophilie in der Entstehung der ruderalen Gesellschaften

Ein grosser Teil der Ruderalpflanzen findet seine Lebensbedingungen unter ausserordentlich variablen Faktoren, diese Arten verfügen dementsprechend über eine ungemeint breite ökologische Valenz. Ihre in der Regel äusserte Anspruchslosigkeit, ihr grosser Samenreichtum und die günstigen Möglichkeiten ihrer Samenverbreitung gewährleisten ihnen im allgemeinen, dass sie sich in Gebieten, wo sie mit der stärkeren Konkurrenz anderer Pflanzenarten nicht zu rechnen brauchen, leicht ansiedeln können und sich daselbst rasch

vermehrten. Solche Gebiete sind hauptsächlich betretene und gedüngte Stellen und solche an, denen durch Ablagerungen stets neue Standorte geschaffen werden, an denen anspruchsvollere Pflanzen nicht Fuss fassen können. Für Ruderalpflanzen sind somit nicht bestimmte ökologische Ansprüche, sondern ganz im Gegenteil, Duldung gewisser ungünstiger Einwirkungen und hochgradige Anpassungsfähigkeit charakteristisch. Ähnlich verhält es sich auch im Falle der Nitrophilie. Obzwar Schimper (1935) bereits früher feststellte dass die Bestandshöhe der stark nitrophilen *Urtica*-Arten dem Stickstoffreichtum des Bodens proportional ist (gemeint ist darunter der Stickstoffgehalt in aufnehmbarem Zustand, z. B. im Nitrat), erscheint die Vorliebe der Unkrautpflanzen für Stickstoff doch nicht als bestimmter Anspruch. Bei einigen, z. B. den *Amaranthus*-Arten kann der Nitratgehalt der Pflanze sogar 15% der Trockensubstanz erreichen. In Ackerböden bewegt sich der Gesamtstickstoffgehalt des Bodens zwischen 0,15 und 0,25% (Russel, 1936, Sigmond, 1934), während er an Weiden 0,3, in Gartenböden 0,3—0,4, an stark gedüngten Ruderalstellen bis 0,4—2,7 erreichen kann.

Die Wirkung des in den Böden vorhandenen Stickstoffgehaltes auf die daselbst lebenden Pflanzen, lässt sich in erster Reihe auf den leicht aufnehmbaren Nitrat- bzw. Ammoniakgehalt zurückführen. In vielen Fällen kommt eine unmittelbare Stickstoffwirkung nicht in Frage, denn die aus wärmeren Gegenden stammenden, epocophyten Unkräuter z. B. erscheinen an Ruderalstellen nicht infolge ihres erhöhten Stickstoffbedarfes mengenweise sondern eher darum, weil ihrer Pflanzendecke beraubte Böden sich stärker erwärmen können und auf Standorten mit schütterem Pflanzenbestand sich ein wärmeres, solchen Pflanzen günstigeres Mikroklima bildet. Den höheren Stickstoffgehalt vertragen sie nur eben. Der Standort beeinflusst die ruderalen Unkrautgesellschaften durch die komplexe Gesamtwirkung seiner ökologischen Faktoren, die neben der Nitrophilie in speziellen mikroklimatischen Einflüssen und in anthropogenen Wirkungsüberschuss (Betretung, Umbruch, Störung usw.) und dadurch gegeben ist, dass daselbst konkurrenzfähigere, zugleich aber anspruchsvollere Pflanzen fehlen. Es ist jedoch unleugbar, dass die Nitrophilie im allgemeinen für Unkrautgesellschaften bezeichnend ist, obzwar diese oft nicht aus nitrophilen, sondern eher aus stickstoffvertragenden Arten bestehen. An einem Standort kann sich relativer Stickstoffreichtum auch dadurch ergeben, dass sich Mörtel, Wandabfälle und bei Ausgrabungsarbeiten ausgehobene kalkhaltige Erde anhäufen, sich infolgedessen durch den Kalkfaktor hervorgerufene, intensivere Zersetzungs Vorgänge einstellen und Mikroorganismen ihre Tätigkeit beginnen. Im allgemeinen können sich einzelne Faktoren an Ruderalstellen korrelativ ersetzen und Stickstoffzufuhr kann z. B. ebenso hemmend oder extrem wirken, wie Betretung.

Mit Hilfe von Mikrokjeldahluntersuchungen (genauer: in einem Parnass-Wagnerschen Apparat mit Semimicromethode) gelang es, die Stickstoffverhält-

Tabelle 2
Stickstoffgehalt einiger Unkrautpflanzen

Pflanzen	Grüntteile NH ₃ — N + NO ₃ — N auf 100 gr	Standort
Polygonum aviculare	2,36	Ackerfeld (Versuchsgarten)
Polygonum aviculare	1,86	Betretener Weg (Polygonetum)
Atriplex tatarica	2,01	Misthaufen (Atriplicetum)
Atriplex tatarica	2,48	Versuchsgarten (Atriplicetum)
Atriplex tatarica	2,14	Längs des Weges (Atriplicetum)
Atriplex oblongifolia	2,30	Hecke
Datura stramonium	1,59	Versuchsgarten
Rumex patientia	1,47	Versuchsgarten
Trifolium repens	3,05	Im Lolietum
Agropyron repens	2,43	Ackerfeld (Versuchsgarten)
Hordeum murinum	1,72	Wegrand (Hordeetum)
Hordeum murinum	1,39	Schlackweg (Hordeetum)
Lepidium draba	1,64	Aus Berteroeto-Centauretum
Lepidium draba	1,51	Schlackweg (Hordeetum)
Cuscuta pentagona	2,38	Aus Atriplicetum
Carduus acanthoides	1,78	Carduo-Onopordetum
Cynodon dactylon	1,81	Cynodontetum
Cuscuta lupuliformis	2,80	Weidenbestand
Ballota nigra ssp. ruderalis	1,61	Versuchsgarten (Arctieto-Ballotetum)
Lolium perenne	1,99	Betretener Weg (Lolietum)
Lycium halimifolium*	1,74	Lycietum

* NH₃ — N + NO₃ — N Bestand der Blütenteile auf 100 gr 2,60

nisse vieler ruderaler Unkrautpflanzen bzw. der Böden von Unkrautpflanzen-gesellschaften festzustellen. Die Untersuchungen wurden in dreifacher Wieder-holung durchgeführt, die Ergebnisse somit in allen Fällen auf Grund der Durch-schnittswerte von 15 Einzelmessungen festgesetzt. Neben dem Gesamtstick-stoffgehalt wurde auch der Gehalt an Nitrat und Ammoniak einer Analyse unterzogen. Beigegebene Tabellen zeigen den Nitrat- und Ammoniak-stickstoff-gehalt in Grünteilen von verschiedenen Standorten angehörenden Unkraut-pflanzen (Tab. 2) bzw. die Stickstoffverhältnisse der Böden einzelner Pflanzen-gesellschaften ausführlich (Tab. 3). Auf Grund der in den Tabellen enthaltenen Angaben können keine vollkommen eindeutigen Schlüsse gezogen werden. Zwei-fellos beinhalten nitrophile Arten, die sich an stickstoffreicheren Standorten entwickeln, in ihren Grünteilen mehr lösbare Stickstoffverbindungen, als Exem-

Tabelle 3

Stickstoffgehalt der Böden von Pflanzengesellschaften

Pflanzengesellschaft	pH		Bin- dungs- zahl	Wasser lösbares Salz v. H.	Gesamt N im Boden v. H.	NH ₃ —N+ NO ₃ —N	Standort und Zeitpunkt
	H ₂ O	KCl					
Amarantho-Chenopodi- etum	—	—	—	—	0,28	—	Budapest :
Polygonetum avicularis .	—	—	—	—	0,19	—	Umbruch 10. 6. 1950
Hordeetum murini	—	—	—	—	0,22	—	Betretener Weg :
Lolietum perennis	—	—	—	—	0,25	—	10. 6. 1950
Atriplicetum tataricae ..	—	—	—	—	0,42	—	10. 6. 1950
Artemisietum vulgaris ..	—	—	—	—	0,29	—	Längs des Weges :
Arctieto-Ballotetum	—	—	—	—	0,38	—	10. 6. 1950
Achilleeto-Poetum	—	—	—	—	0,33	—	10. 6. 1950
Atriplicetum tataricae .	8,04	7,32	46	0,126	0,23	0,27	Betretener Weg :
Lolietum (-Poeto)	7,95	7,30	44	0,109	0,18	0,31	23. 8. 1949
Malvetum pusillae	8,18	7,73	45	0,100	0,35	2,21	23. 8. 1949
Polygonetum avicularis .	8,16	7,70	39	0,068	0,23	2,64	23. 8. 1949

plare derselben Pflanzenart an stickstoffarmen Standorten. Der Stickstoffgehalt der einzelnen Arten ist im Laufe ihrer Entwicklung bzw. ihrer Lebensvorgänge nicht stabil. Den höchsten Stickstoffgehalt fanden wir in Leguminosen. Die Nitrogen- und Proteinverhältnisse der Grünmasse der segetalen Assoziation *Digitarieto-Setarietum* wurden durch Felföldy [3] eingehend analysiert. Simon [7] untersuchte den Gesamtstickstoff-, Rohzellulosen- und Aschengehalt der perennierenden Gramineen. Das Interesse Felföldys richtete sich in erster Reihe auf die Produktion organischer Substanzen, er liess daher die Stickstoffverhältnisse der Unkrautgesellschaften sowie die Zusammenhänge zwischen den Stickstoffansprüchen einzelner Arten und die Stickstoffversorgung ihrer Standorte ausser acht. Seine Abhandlung ist jedoch für die Klärung der biologischen Produktionsverhältnisse einheimischer Unkrautgesellschaften von grundlegender Bedeutung.

Grössere Aufmerksamkeit kommt den Stickstoffangaben der Böden einzelner Pflanzengesellschaften zu (Tab. 4). Während an betretenen Stellen die Tätigkeit der Mikroorganismen zurückgeht und infolgedessen auch die Anhäufung von Stickstoffverbindungen kleiner ist, nimmt der relative Stickstoffgehalt an ungestörten Standorten zu. Das gleiche gilt für Dorfstrassen, Höfe und Misthaufen, die einer grösseren Stickstoffzufuhr ausgesetzt sind. Pflanzengesellschaften solcher Standorte weisen einen deutlichen Zusammenhang mit dem Stickstoffreichtum des Gebietes auf, weil stickstoffempfindlichere Gesellschaften an solchen Stellen fehlen. So z. B. entwickelt sich an stickstoffreichen Orten, die Störungen, Umbruch ausgesetzt sind, das *Atriplicetum* statt des weniger stickstoffbedürftigen *Amarantho-Chenopodietum*. Ebenso tritt in der

Tabelle 4

Stickstoffverhältnisse der Böden von Unkrautgesellschaften

Gesellschaft	Gesamt N im Boden v. H. 1 gr/100	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N + NO ₃ -N	Standort und Zeitpunkt
		mg/100 g Boden			
Amarantho-Chenopodietum	0,20	0,85	0,08	0,93	Ackerfeld Szarvas, 18. 9. 1949
Polygonetum avicularis	0,25	0,56	0,18	0,74	Sportplatz Schlackweg Szarvas, 18. 9. 1949
Polygonetum avicularis	0,27	1,22	0,68	1,90	Bot. Garten Wegrand Szarvas, 18. 9. 1949
Polygonetum avicularis	0,23	0,54	0,68	1,22	Betretener Hof Szarvas, 18. 9. 1949
Polygonetum avicularis	0,23	1,36	0,24	1,60	Dorfstrasse Szarvas, 18. 9. 1949
Atriplicetum tataricae	0,12	0,77	—	0,77	Ausgetretener Wegrand Szarvas, 18. 9. 1949
Atriplicetum tataricae	0,19	1,23	—	1,23	Rainweg (Sodaboden) Szarvas, 18. 9. 1949
Atriplicetum tataricae	0,25	0,96	1,53	2,49	Misthaufen Budapest, 24. 6. 1949
Malvetum pusillae	0,37	1,84	1,98	3,82	Dorfstrasse Szarvas, 19. 6. 1949
Hordeetum murini	0,18	0,54	—	0,54	Ausgetretene Wegpartie Szarvas, 19. 6. 1949
Hordeetum hystricis	0,27	1,20	0,78	1,98	Dorfstrasse Szarvas, 19. 6. 1949
Lolietum perennis	0,43	1,38	1,17	2,55	Am Wegrand Szarvas, 19. 6. 1949
Lolietum perennis	0,18	0,51	0,32	0,83	Am Wegrand Szarvas, 19. 6. 1949
Lolietum achilleosum.....	0,32	2,21	0,08	2,29	Sportplatz Szarvas, 19. 6. 1949
Lolietum achilleosum.....	0,18	0,99	1,07	2,06	Ausgetretene Strasse Budapest, 24. 6. 1949
Arctieto-Ballotetum, Urtica Faz.	0,27	1,77	0,96	2,73	An Mauern Szarvas, 18. 6. 1949
Achilleeto-Poetum angustifoliae .	0,36	1,28	0,24	1,52	Szarvas, 18. 6. 1949
Achilleeto-Poetum angustifol. ...	0,17	0 70	0,15	1,85	Strassengrabenrand Szarvas, 18. 6. 1949
Achilleeto-Poetum angustifol. ...	0,27	1,53	0,58	2,11	Längs des Weges Szarvas ¹ 18. 6. 1949

Regel auch das *Polygonetum* an Stellen, an welchen die Stickstoffanhäufung stärker ist, gegenüber den *Atriplicetum* und *Malvetum pusillae* in den Hintergrund, obzwar auf Grund einiger Befunde aus Szarvas gerade der Boden des *Polygonetums* an aufnehmbarem Stickstoff am reichsten war. Andere von Budapest Standorten herrührende Angaben beweisen das Gegenteil. Zweifellos stellt die Stickstoffdüngung eine jener ungünstigen Wirkungen dar, welche in den unter menschlichem Einfluss stehenden Lebensgemeinschaften zur Entstehung von Unkrautgesellschaften beitragen bzw. die Entstehung natürlicher Pflanzenbestände verhindern. Obzwar die bisherigen Untersuchungen keinen engen und deutlichen Zusammenhang zwischen dem Stickstoffgehalt der Standorte einzelner Unkrautgesellschaften und der daselbst lebenden Phytozöosen

feststellen lassen, verdienen sie doch als eingehendere Forschung über einen für die ruderalen Standorte auch in bezug auf den Energie- und Stoffumsatz der Phytozönosen charakteristischen Faktor, gesteigerte Aufmerksamkeit.

4. Die Stellung einiger charakteristischer Unkrautgesellschaften in der progressiven Sukzession

Für die Synökologie der ruderalen Unkrautgesellschaften ist es bezeichnend, dass hier, im Gegensatz zu der natürlichen Pflanzendecke, viele Faktoren wegfallen bzw. sich ungünstiger gestalten, während gleichzeitig, infolge der in der Umgebung sich geltend machenden, starken anthropogenen Einwirkungen neben allgemeinen Lebensbedingungen sekundäre Faktoren zur Vorherrschaft gelangen. Als solche sind vor allem die Verunreinigung, Düngung, Betretung, Störung und sogar die Störung des Lebensrhythmus der Vegetation zu betrachten. Thienemann (1939) wies darauf hin, dass je mehr sich die Lebensverhältnisse eines Biotops von der normalen, d. h. für die meisten Organismen optimalen Lage entfernen, sich die entsprechende Biozönose umso spezifischer gestaltet und an Arten und Formen umso ärmer wird. Auch im Lebensformen-, Florenelementen- und Artenspektrum einseitig gewordener ruderaler Phytozönosen kommt es zu Verarmung (Felföldy 1942, 2). Diese Erscheinung tritt bei den Pioniergesellschaften zu Beginn der Berasung am deutlichsten und in den zu den mesophilen (*Sempervirentiherbosa*) Rasen überleitenden Halbkulturzönosen am schwächsten zutage. Der intensive Einfluss der sekundären (anthropogenen) Faktoren bestimmt nicht nur das Artenspektrum, sondern auch das biozönotische Gleichgewicht sowie das korrelative System der Lebensgemeinschaften grundlegend. Die ruderalen Phytozönosen befinden sich in ziemlich labilem Gleichgewicht, an ihren Standorten verändern sich die Umweltfaktoren oft plötzlich und sprunghaft, infolgedessen entwickeln sich auch auf verhältnismässig kleinen Gebieten schmale, linienförmig angeordnete oder mosaikartig variierende Zonationen (Streifen- oder Saumbiozönosen).

Die Gesamtheit der verschiedenen Gesellschaften bietet einen bunten Anblick und bildet in der Regel einen Zonations- oder Mosaikkomplex. Da nun die Zerstörung der Pflanzendecke an betretenen Flächen am schnellsten vor sich geht, ist an solchen Stellen auch die Regeneration der ruderalen Pflanzengesellschaften am intensivsten und deshalb eignen sich diese z. B. ausserordentlich für die Erforschung der Zonationen. Für die Streifenbiozönosen ist im allgemeinen charakteristisch, dass sich die für Betretung weniger empfindlichen Gesellschaften in der Richtung der zunehmenden Einwirkung veränderlicher Umweltfaktoren (z. B. der Betretung) scharf gegeneinander abgrenzen. So finden wir längs des betretenen Teiles des Weges einen *Polygonetum*-Rasen, der durch die Streifenzönosen der für Betretung empfindlicheren Bestände scharf umgrenzt ist. Die Betretung ist selbstverständlich nur ein einziger Faktor, der

die Entstehung von ruderalen Biozönosen bestimmt und neben diesem Faktor spielen auch andere, wie Düngung, Umbruch und ungünstige mikroklimatische Verhältnisse eine bedeutende Rolle.

Meine an zahlreichen Zonations- und Mosaikkomplexen sowie natürlichen Berasungsprozessen angestellten Untersuchungen — die gewissermassen wie im Versuchslaboratorium, den heroischen Kampf der Pflanzendecke zur Wiedererlangung ihrer vom Menschen geraubten Standorte demonstrierten — eignen sich als objektive Erfahrungen zur Erforschung der Rolle einiger charakteristischer Unkrautgesellschaften im Verlauf der Berasung. Solche Untersuchungen sind vom theoretischen Gesichtspunkt aus umso wichtiger, weil dadurch das Aufkommen von Irrlehren verhindert wird, wie z. B. der von Dmitrijew, der in Ermangelung entsprechender Versuchsergebnisse, den Sukzessionsverlauf unkrautbewachsener steppenartiger Brachfelder durch kettenmässiges Entstehen der Arten zu erklären suchte. Der Wechsel der Pflanzengesellschaften ist in der ruderalen Sukzession, wie in allen anderen Entwicklungsvorgängen der Vegetation, nicht das Resultat der Entstehung einander folgender Arten, sondern eine durch regelmässige und komplizierte Korrelationen bewirkte Umgestaltung der Lebensgemeinschaft, in der die einzelnen Erscheinungen nicht in allen Fällen auf dieselbe Art und Weise ablaufen. Während z. B. das Aufeinanderfolgen der ökologisch äusserst extremen Pionierstadien mit sehr labilem Gleichgewicht, «explosionsartig» und sprunghaft vor sich geht, gestaltet sich die infolge des proportionalen Nachlassens des ungünstigen Wirkungsüberschusses einsetzende Berasung allmählich weniger sprunghaft und wird zu einem Vorgang kontinuierlichen Charakters. Nun ist aber diese Frage von praktischem Gesichtspunkte aus wichtig, kommt doch der Berasung nutzloser Brachfelder und anderer anthropogener Standorte durch wertvollere Pflanzenbestände höchste Bedeutung zu (z. B. Schutz der Dämme gegen Erosion und Deflation, Besiedlung der Sport- und Flugplätze der Grabenränder und Brachfelder mit mähbare Bestände produzierenden Rasenarten usw.). Theoretisch eignet sich der äusserst dynamische und infolgedessen rasch vor sich gehende Sukzessionsverlauf der Ruderalreihen sehr gut für die Klarlegung der in diesen Erscheinungen wirkenden Kräfte, die wechselnden Eigenschaften des Korrelationssystems lassen sich wie auf dem Seziertisch verfolgen.

Es muss hier auch kurz auf die Rolle des Wettstreits um dingliche Güter, um Raum, Licht und Nahrung im Biotop, in Bezug auf das Aufeinanderfolgen der ruderalen Gesellschaften hingewiesen werden. Da im Laufe der Sukzession zumeist Pflanzengesellschaften von nahezu gleichen ökologischen Ansprüchen sich ablösen, bzw. in Form von Zonations- und Mosaikkomplexen auf einem Standort nebeneinander geraten, ist Konkurrenz in den Ruderalgesellschaften sowie auch innerhalb der einzelnen Gesellschaften, zwischen den Arten einerseits und den Individuen derselben Art andererseits äusserst scharf. Zu Beginn der Ansiedlung kaum wahrnehmbar, gestaltet sie sich umso schärfer je mehr

sich die Pflanzendecke schliesst und je dichter der Rasenbestand wird. Am besten können sich daher im Wettstreit die Ökotypen, d. h. jene Arten behaupten, die sich an die die Ruderalgesellschaften bestimmenden ökologischen Faktoren am ehesten angepasst haben. So in erster Reihe die Nitrophyten, die adventiven, anthropo- und zoochoren Arten. In der Reihe der Konkurrenzfaktoren sind Keimfähigkeit und Keimkraft der einzelnen Ruderalpflanzen von ausschlaggebender Bedeutung, denn diesen ist es zuzuschreiben, dass in der ruderalen Serie die Sommerannuelen durch hivernale Therophyten, später durch Zweijährige (Hemitherophyten), diese wiederum durch Geo- und Hemikryptophyten abgelöst werden. Die Pflanzengesellschaft differenziert sich nun auch im Raum, denn es entstehen Schichten, Synusien (vgl. die hochwüchsigen hemikryptophyten Gesellschaften, z. B. Hecken usw.). Die Aspekte ermöglichen die in der Zeit erfolgte Differenzierung, d. h. die Verschiebung der Erscheinungszeit gewisser Artengruppen. Die Frucht- und Samenproduktion, die Methoden und Wege der Verbreitung tragen zum guten Teil dazu bei, dass die Konkurrenzkraft einzelner Pflanzenarten zunimmt. Salisbury (1929) stellte fest, dass obzwar unter den 700 000 Samen eines Individuums von *Verbascum thapsus* 600 000 auf dem Standort keimten, sich nur 108 Pflanzen in einem Umkreis von 10 m um die Mutterpflanze entwickelten.

Braun—Blanquet (1951) wies darauf hin, dass Pflanzenarten mit hoher Keimfähigkeit und Keimkraft solchen mit schleppender und schwerer Keimung überlegen sind und dass infolgedessen zumeist die erstgenannten zu den konstanten und dominanten, ja sogar zu den Charakterarten der Gesellschaften werden. So z. B. keimen in dem mit *Hordeetum murini* vikariierenden *Hordeetum leporini* *Erodium ciconium* und *Anacyclus clavatus* in riesigen Mengen und äusserst schnell, verbreiten sich daher auch sehr schnell in der Gesellschaft. Da die Samen der *Hordeum*-Arten auch ohne Jarovisation und entsprechende Reifung sofort zu keimen beginnen, kann sich eine andere Gesellschaft nur schwerlich an der Stelle von *Hordeetum murini* ansiedeln. So bildete sich z. B. auf dem Standort des seine Fortpflanzung beendeten *Hordeetums*, unter dem Schutze der noch stehenden aber bereits eingetrockneten Pflanzen, im August 1952—53 sogleich ein dichter Rasen junger Keimpflanzen, die aus gekeimten Samen abgefallener Ähren aufgelaufen waren.

Die Konkurrenz- und Kampffähigkeit der einzelnen Pflanzengesellschaften und Ruderalpflanzen wird durch die ökologischen Verhältnisse und die Standortsfaktoren stark beeinflusst. Eine besondere Bedeutung besitzt in dieser Hinsicht die Dürre. In den Jahren 1946—1950 entwickelte sich in Ungarn ein extremes Trockenklima. Damals ging das ein gemässigteres Klima beanspruchende *Hordeetum murini* infolge von Spätfrösten im April bzw. der darauf folgenden Dürre vollkommen ein, konnte sich daher im Weiteren nicht normal entwickeln. An seiner Stelle siedelte sich kümmerlich ein schütterer *Malva silvestris*-Bestand an. Im allgemeinen können die einzelnen Ruderalarten ihre

ökologischen Epharmane nur während des ökologischen Optimums erreichen und ihre Vergesellschaftungen entwickeln sich unter solchen Verhältnissen am ausgeprägtesten. In der Verteilung der Ruderalgesellschaften nach Höhenzonen spielt ebenfalls der Einfluss der ökologischen Faktoren und der Konkurrenzfähigkeit eine entscheidende Rolle. In Ungarn dringt in Gebirgsgegenden nur *Poetum annuae* in die höchste Lage vor (im Mátragebirge bis 800–1000 m). *Lolietum* und *Polygonetum* entwickeln sich in solchen Höhen nicht mehr typisch. Dieses vermischt sich mit *Lolietum* oder *Poetum annuae* und bildet keine selbständigen Gesellschaften.

Beigegebene Tabelle widerspiegelt, eben infolge ihres Charakters die natürlichen Verhältnisse nicht entsprechend elastisch, weist jedoch — auf einige Faktoren reduziert — vielleicht in sinnfälliger Form auf die während der Entwicklung zu beobachtenden Korrelationskomplexe hin. Der Verlauf der Entwicklung — mag sie sprunghaft oder kontinuierlich sein — wird durch die Differenzen des inter- und intraspezifischen Kampfes bestimmt. Anfänglich spielt sogar auch der «Zufall» als ökologischer Faktor im Erscheinen und in der Ausbildung der initialen Pflanzenbestände eine entscheidende Rolle. Solange die Berasung des betreffenden Gebietes schwach, d. h. der Deckungswert niedrig ist, hat der Kampf zwischen und innerhalb der Arten kleinere Dimensionen und statt seiner dominieren der Zufall, bzw. die Milieueinwirkungen. Das ist bezeichnend für die Pionierstadien, welche ausserordentlich labil sind. Oft verändern sie sich noch im Laufe des ersten Jahres. Die Initialgesellschaften sind in der Regel einjährig, können jedoch falls bestimmte Faktoren dauernd auf sie einwirken, mehrere Jahre hindurch bestehen. Ihr Entwicklungsgang verläuft ebenso scharf und sprunghaft wie vorher, obzwar der Deckungsgrad bereits zunimmt, die Anzahl der Arten grösser wird und auch schon der interspezifische Kampf einsetzt. Es ist jedoch interessant, dass die intraspezifische Hilfeleistung nur schwach in Erscheinung tritt. In den folgenden, aus überwinterten Einjährigen bestehenden Gesellschaften (z. B. *Hordeetum murini* und *Hordeetum hystricis*) haben wir auch der intraspezifischen Hilfeleistung in Bezug auf das biozönotische Gleichgewicht und den Lebenslauf eine bedeutende Rolle beizumessen. Ich beobachtete oft, dass abgebrochene Hordeumähren auf der Bodenoberfläche gemeinsam zu keimen beginnen und dass sie dadurch kompakte, äusseren Einflüssen (den Angriffen anderer Arten) erfolgreich widerstehende, konservative Bestände hervorbringen, welche gerade infolge ihrer Kompaktheit die Fähigkeit besitzen, die initialen Gesellschaften bereits im Herbst dieses Jahres zu verdrängen und die Entstehung hochwertigerer Bestände mehr oder minder einzuschränken. Sie sind Gesellschaften desselben Lebensrhythmus (z. B. *Malvetum*, *Atriplicetum*, *Polygonetum*, *Poetum annuae* usw.) entschieden überlegen, können jedoch leicht durch die perennierenden Bestände des *Plantagineto-Lolietums* oder durch die des *Artemisietum vulgaris* abgelöst werden. In dieser Phase ist der interspezifische Kampf bereits sehr scharf, der intraspezifische



Abb. 1. *Artemisietum vulgaris*, Budapest, Rózsadomb, 12. 7. 1953



Abb. 2. *Carduo-Onopordetum*, Budapest, Donaukai (Óbuda), 10. 8. 1953

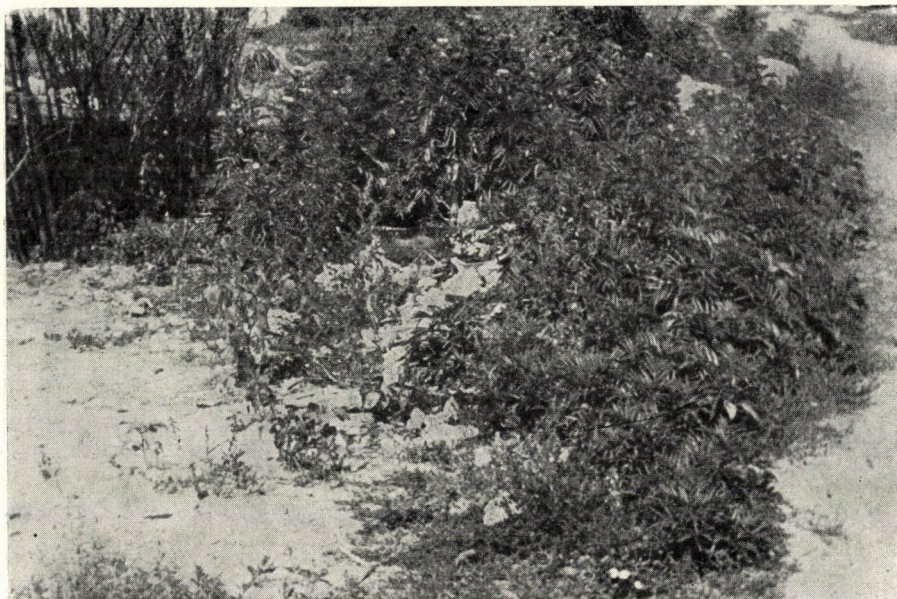


Abb. 3. *Sambucetum ebuli*, Budapest, Rózsadomb, Wegrand, 11. 6. 1953



Abb. 4. *Lycietum halimifolii*, links *Arctieto-Ballotetum* in Entstehung begriffen
Budapest, Rózsadomb, 10. 8. 1953

Kampf tritt sogar in Erscheinung, weil in den zusammenhängenden, kompakten Rasen die Artenzahl bereits bedeutend zunahm. Während nämlich die Artenzahl in den Pionierstadien sich unter 10 bewegt und in den Initialgesellschaften nicht mehr als 20 beträgt, überschreitet sie in den aus Zweijährigen oder Hemikryptophyten bestehenden Gesellschaften 20. Die niedrigen Rasen werden zumeist durch grössere Hemikryptophyten, d. h. mehrschichtige Gesellschaften abgelöst.

Im Laufe der progressiven Sukzession werden der Deckungsgrad und die Artenzahl der Rasen grösser, das Lebensformen- und Florenelementenspektrum mannigfaltiger, es zeigen sich Raum- und Zeitkorrelationen (Schichten und Aspekte) und die Labilität des biozönotischen Gleichgewichtes lässt im allgemeinen nach. Die Entwicklung gestaltet sich kontinuierlicher, weil neben dem interspezifischen auch der intraspezifische Kampf ständig zunimmt und dadurch allmählich natürlichere, höher organisierte, mannigfaltigere Pflanzenbestände entstehen können. Eine solche, zu den mesophilen Rasen hinüberleitende, höchstentwickelte Pflanzengesellschaft ist das *Achilleeto-Poetum angustifoliae*, das längs der Hecken gedeiht und über ein variables Korrelationssystem sowie einen komplizierteren organisatorischen Aufbau verfügt (Tab. 5).

Die Progressivität der ruderalen Sukzession wird somit obigen Ausführungen gemäss gegenüber den normalen Biotopen durch die anfängliche Vorherrschaft anthropogener Faktoren, später durch deren allmählich sich verringernden Einfluss, und den gleich zu Beginn der Rasenbildung sich manifestierenden Erscheinungskomplex gekennzeichnet — den wir Zufall nennen — und der in der Geschichte des Entwicklungsganges eine einmalige Gegebenheit darstellt. Ich habe bereits früher [8] darauf hingewiesen, dass mit dem Zufall nur zu Beginn der Ansiedlung gerechnet werden kann und dass seine Rolle parallel mit der Entfaltung der Gesellschaften immer mehr zurückgeht. Nach meinen Beobachtungen hängt die Berasung kahler Böden im Grunde genommen nicht vom Zufall ab, denn an Hand entsprechender Umgebungsanalysen ist stets voraus zu bestimmen, welche Gesellschaft als Pioniergesellschaft an einem bestimmten Ort entstehen wird. In dieser Hinsicht können Bodenqualität und -lage, die übrige Vegetation der Umgebung, sowie die auf den betreffenden Ort einwirkenden Faktoren in Betracht gezogen werden, denn sie bestimmen, welche Pioniergesellschaft sich aus einer Lage entwickelt, die sämtlichen Pflanzen Keimungsmöglichkeit sichert. In Ermangelung eines besseren Ausdruckes nennen wir diesen anfänglichen Erscheinungskomplex Zufall; er spielt jedoch nur zu Beginn des Berasungsgeschehens vollkommen vernichteter Standorte eine Rolle. Nachher beginnt die Entwicklung eines Korrelationssystems zwischen den angesiedelten Pflanzen einerseits und diesen und der Umgebung andererseits, die die Zönosen bestimmt und aufrechterhält und ihren Lebenslauf regelt. Unter den extremen Verhältnissen lösen sich anfänglich die nahezu gleiche Ansprüche aufweisenden Bestände (Stadien) und Pflanzengesellschaften in rascher Folge ab,

Tabelle 5

Stellung einiger Unkrautgesellschaften

Ökologischer Wirkungstyp Standort	Pionierstadien	Initial oder einjährige Gesellschaften	Überwiegend überwinternde, einjährige Gesellschaften
Wechselwirkungen die den Sukzessions- typ bestimmen	Seg. »Zufall« ; Inter- und Intraspezif. Existenzkampf schwach	Entwicklung sprunghaft. Interspez. Kampf nimmt zu. In- traspez. Hilfe feststellbar	Entwicklung sprunghaft. Interspez. Kampf sehr scharf. Intraspez. Hilfe deutlich
Anfänglich kommt überwiegend die Betretung zur Geltung	Zumeist Pionier- gesellschaften bzw. Initial- assoziationen ferner Portula- ca, Eragrostis, Medicago lupu- lina in schwachen Beständen. Artenzahl klein (3—10) oder nur vor- übergehend variabler	Sclerochloeto- Polygonetum avicularis. Arten- zahl durch- schnittlich 12—14 (4—37)	Hordeetum murini. Artenzahl 14—18 (6—32) ferner Atriplicetum, Mal- vetum, Cynodontetum usw.
Anfänglich kommt überwiegend Umbruch und Störung zur Geltung		Amarantho- Chenopodietum albi Artenzahl : 12—16 (8—29)	Atriplicetum tataricae bzw. Malvetum pusillae, Hor- deetum murini, Cynodon- tetum (an Sand) usw.
Feuchtigkeit (Hydrophilie)		Poetum annuae Artenzahl 12—14 (6—23)	Hordeetum murini, oder unmittelbar Lolio-Poten- tilletum anserinae
Stickstoffreichtum (Nitrophilie)		Atriplicetum tataricae, Ar- tenzahl : 14— 18 (7—34)	Auf Lehm und schwachen Sodaböden : Hordeetum hystericis ; Artenzahl : 6—30 (5—43) ; ferner : Malvetum pusillae, Arten- zahl 12—16 (5—28) bzw. Hordeetum murini usw.

weil der höchste und niedrigste Schwellenwert der Gesellschaftsarten in der Duldung ungünstiger Verhältnisse einander sehr nahe sind ; demgegenüber ist die Entwicklung umso langsamer, in je späteren Sukzessionsphasen wir sie untersuchen. In der Entstehung der späteren Stadien sind schon nicht nur die nahezu gleichen ökologischen Ansprüche und dementsprechend die schärfe der Konkurrenz, sondern auch die in den Lebensformen und in der physiognomischen Gestaltung auftretenden Differenzen vorherrschend. Somit ist verständlich, dass die therophyten Einsommerbestände durch überwinternde einjährige, in der Folge durch zweijährige, einschichtige Hemikryptophyten bzw. durch Gesellschaften hochwüchsiger oder mehrschichtiger perennierender Pflanzen abgelöst werden.

in der progressiven Sukzession

Zweijährige, überwiegend einschichtige, perennierende (G., H.) Gesellschaften	Hochgewachsene, hemikryptophyte Gesellschaften	Perennierende, oft mehrschichtige Gesellschaften
Entwicklung sprunghaft oder kontinuierlich. Interspezifischer Kampf sehr scharf, intraspez. Kampf im Zunehmen begriffen	Entwicklung kontinuierlich. Interspezifischer Kampf scharf, intraspezifischer Kampf wird schärfer	Entwicklung kontinuierlich. Interspezifischer und intraspezifischer Kampf gleichfalls scharf
Plantagineto-Lolietum perennis, Artenzahl 18—22 (8—87), ferner: Artemisietum, Carduo-Onopordetum usw.	Arctieto-Ballotetum nigrae (kann sich bereits zeitlicher einschalten) Artenzahl: 22—24 (14—49), ferner: Lycietum, Achilleeto-Poetum usw.	Achilleeto-Poetum angustifoliae, Artenzahl 20—26 (10—50), Lycietum halimifolii Artenzahl 16—21 (13—31), ferner mesophile Rasen
Agropyretum repentis (auch als Initialgesellschaft) Artenzahl: 12—14 (6—23), ferner: Cynodontetum dactyl. 22—26 (5—50), bzw. Lycietum	Plantagineto-Lolietum oder homogenes Cynodontetum bzw. Achilleeto-Poetum, Sambucetum ebuli Artenzahl 16—20 (11—25)	Achilleeto-Poetum bzw. homogenes Cynodontetum, mesophile und mesoxerophile Rasen usw.
Lolio-Potentilletum anserinae, Artenzahl 14—20 (8—32), ferner Plantagineto-Lolietum usw.	Lolio-Potentilletum, ferner Amorphetum fruticosae od. Agrostideto-Alopecuretum usw.	Agrostideto-Alopecuretum pratensis od. Amorphetum fruticosae, Artenzahl 16—22 (9—31) bzw. mesohyrophile Rasen
Falls geweidet wird: Carduo-Onopordetum acanthoidis, Artenzahl 19—23 (10—33), ferner Plantagineto-Lolietum, Artemisietum, Lycietum usw.	Achilleeto-Poetum oder Leonureto-Arctietum tomentosum, Artenzahl 23—25 (16—50), Lycietum usw.	Achilleeto-Poetum angustifoliae, ferner Lycietum, xerophile od. mesoxerophile Rasen usw.

Die ruderale Sukzession kann in den einzelnen Phytozönosen an Hand der Zonations- und Mosaikkomplexe, in welchen der Einfluss der Faktoren zonenmässig oder an einem gegebenen Ort stellenweise abnimmt bzw. sich umgestaltet, untersucht werden. Die Serie lässt sich auch auf einem Gebiet ganz bis zu Ende verfolgen, falls sich der Einfluss der den ungünstigen Wirkungsüberschuss darstellenden Faktoren proportional vermindert. Es ist selbstverständlich, das die Ruderalserien, die von den Standortsfaktoren abhängig sind (Bodenverhältnisse, Feuchtigkeitsverhältnisse, anthropogene Faktoren), ausserordentlich mannigfaltig sein können und nur in den seltensten Fällen einem theoretischen Sukzessionsschema gemäss — das unter Versuchsbedingungen geschaffen werden kann — verlaufen. Das *Polygonetum* kann oft unmittel-

bar ein *Lolietum* abgelöst werden, wobei das charakteristische *Hordeetum* wegfällt, oder diesem nicht unmittelbar ein *Lolietum* vielmehr ein *Arctieto-Ballobetum*- bzw. *Artemisietum*bestand folgt. Sogar auch nach diesen kann sich ein *Lolietum* einschalten, obzwar es oft noch vor ihnen entsteht. Die Serienfolge endet in den Zonationskomplexen und in der ruderalen Sukzession nicht immer mit einem *Achilleeto-Poetum*; auf Grund meiner bisherigen, auf das ganze Land ausgedehnten Untersuchungen muss ich jedoch feststellen, dass diese unter ruderalen und halbkulturellen Verhältnissen die häufigste Gesellschaft darstellt, die als Ergebnis eines Entwicklungsvorganges zustande kam und auch eine ungewein grosse praktische Bedeutung besitzt [7]. Das angeführte (nicht vollständige) Sukzessionsschema gestattet nur in Gesetzmässigkeiten und Zusammenhänge Einblick, welche letzten Endes die Entwicklungsvorgänge der äusserst beweglichen, dynamischen Unkrautgesellschaften bestimmen. Eine eingehende Kenntnis dieser Entwicklungsvorgänge bzw. Gesetzmässigkeiten ist jedoch der Schlüssel zur künstlichen Beeinflussung der Berasungsvorgänge.

5. Zusammenfassung

1. Ich führte Mikroklima- und Monolithuntersuchungen an Kalkmergelböden durch und stellte fest, dass im Gegensatz zu dem vollkommen zerstörten, seiner Pflanzendecke beraubten Gebiet in den einzelnen Phasen der ruderalen Sukzessionen sowohl die Pflanzenmasse, die Wurzelmenge und Sättigung der Rhizosphaera, als auch Bestandshöhe bzw. Wurzellänge progressiv zunehmen, d. h. das auf demselben Gebiet die pflanzliche Produktion somit ständig steigt. — 2. 5 Jahre hindurch verfolgte ich den Berasungsverlauf im Hofe eines Wohnhauses. Die der Betretung und Störung stärker ausgesetzten Standorte zeigten eine progressive ruderale Sukzession. — 3. Die Rolle der Nitrophilie ist bei Entstehung der Ruderalgesellschaften nicht in allen Fällen ein bestimmender Faktor, denn der Standort offenbart sich im Grunde in der Gesamtwirkung der ökologischen Faktoren. — 4. Die ruderalen Phytozönosen befinden sich in ziemlich labilen Gleichgewicht, an ihren Standorten verändern sich die Umweltfaktoren gewöhnlich plötzlich und sprunghaft, weshalb genau auf kleinen Gebieten schmale, einander in linienförmiger Anordnung folgende Streifenbiozönosen (Zonationen) und mosaikartige Veränderungen auftreten.

LITERATUR

1. Braun—Blanquet, J.: Pflanzensoziologie. 2. Aufl. Wien, Springer Verlag, 1951.
2. Bujorean, G. H.: Contributions to the knowledge of plant success on plant association. Bul. Grad. Bot. Muz. Cluj, X. 1930.
3. Felföldy, L.: Szociológiai vizsgálatok a pannóniai flóráterület gyomvegetációján. Soziologische Untersuchungen über die pannonische Ruderalvegetation, Acta Geob. Hung. 5: 87—140, 1942.
4. Felföldy, L.: Protein production of a weed plant society, a production-biological study. Archiva Biologica Hungarica. Ser. II. 18: 1948. 384—389.
5. Knapp, R.: Ruderalgesellschaften in Halle an der Saale und seiner Umgebung. Litogr. Halle 1945. 1—31.
6. Máthé, J., Koltay, A. & Précsényi, J.: Gyökerek (földbeli növényi részek) talajmélység és aspektus szerinti változása néhány növényállományban. Veränderungen der Wurzel (der unterirdischen Pflanzenteile) nach Bodentiefe und Aspekt in einigen Pflanzenbeständen. Botanikai Közlemények, 1954. 45. 3—4: 297—304.
7. Morariu, I.: Asociații de plante antropofile din jurul Bucureștilor cu observații asupra răspândirii lor în țară și mai ales în Transilvania. Bul. Grad. Bot. Univ. Cluj. 131—212. 1943.

8. *Simon, T.*: Évelő pázsitfűvek összes nitrogén-, nyerscellulóze és hamutartalmának vizsgálata. Untersuchungen über den Gesamtgehalt an Stickstoff, Rohzellulose und Asche einiger perennierender Wiesengräser. Annales Biologicae Universitatum Hungariae. 1: 1951. 191—302.
9. *Sissingh, G.*: Onkruid-Associaties in Nederland. Sigma. No. 106, Gravenhage, 1950.
10. *Tüxen, R.*: Grundriss einer Systematik d. Nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Euro-sibirischen Region Europas. Mitt. d. Florist. Soz. Arbeitsgemeinschaft. No. 2. Stolzenau (Weser) 94—175, 1950.
11. *Ubrizsy, G.*: A hazai romtalajok gymmnövény-szövetkezeteinek gazdasági jelentősége. La signification économique des associations de mauvaises herbes du pays. Agrártudomá-ny, 1: 1949. 588—596.
12. *Ubrizsy, G.*: Magyarország ruderális gymmnövény-szövetkezetei tekintettel a mezőgazda-sági vonatkozásokra. Les associations des mauvaises herbes rudérales de la Hongrie en égard aux rapports d'agriculture. Mezőg. Tud. Közlem. 1949. 1: 87—123.
13. *Ubrizsy, G.*: Les Associations de mauvaises herbes rudérales de la Hongrie et les aspects agricoles du problème. Acta Agronomica, Budapest, 1950. 1: 107—159.
14. *Ubrizsy, G.*: Hozzájárulás Máthé I.: A rétek és legelők, valamint a gyepszakaszok botanikai problémái c. előadáshoz. M. T. Akad. Agrártudományok Osztályának Közleményei. 5, 3—4: 431—435.

РУДЕРАЛЬНЫЕ ЦЕНОЗЫ СОРНЯКОВ ВЕНГРИИ. II

Студии по экологии и сукцессии

Г. УБРИЖИ

Резюме

1. Микроклиматические исследования и изучение монолитов почвы проводились на рудеральных ценозах сорняков, прорастающих на известковой мергельной почве на СВ-ЮЗ-ых склонах горы Рожадомб в Будапеште. На основании изучения монолитов, у которых размер площади основания 20×10 см, а высота монолита $\frac{1}{2}$ метра, определялись общая масса растений, масса корней, масса надпочвенных частей растений, длина корней, средняя высота растений над поверхностью почвы и микроклиматические данные. Удалось определить, что по сравнению с совсем опустошенной, лишенной растительности территории в отдельные фазы рудеральных сукцессий прогрессивно увеличивается как общая масса растений, далее масса корней и насыщенность корнями ризосферы, так и высота состава растений и длина корней. Значит на одинаково великой площади увеличивается продукция растительных веществ (см. табл. 1 и рис. 1—3). Относительно микроклимата по сравнению с опустошенной территорией почти подобные условия показывает сообщество *Polygonetum* с чрезвычайно крайностными колебаниями показателей температуры и влажности воздуха, в то же время *Hordeetum*, образующее более плотный состав, показывает меньшие, *Plantaginetum-Lolietum* же очень умеренные колебания. Для сравнения изучался биоклимат в нескольких инициальных и более развитых сообществах (см. рис. 1—3).

2. Задерненность двора одного дома от 1946 до 1950 гг. Перманентные испытания проводившиеся в течение пяти лет дали очень наглядный образ прогрессивной рудеральной сукцессии местообитаний, более подвергнутых топтанию и нарушению (см. рис. 4).

3. Роль нитрофилии в образовании рудеральных сукцессий не всегда является детерминирующим фактором, так как местообитание в сущности характеризуется комплексным влиянием экологических факторов. Нитрофилия в общем все же характерна для сорных сообществ несмотря на то, что сообщества часто сложены не из нитрофильных, а из азотоустойчивых видов (см. табл. 2—4). При имеющихся до сих пор испытаниях не удалось обнаружить тесной и выразительной связи между содержанием азота в местообитании отдельных сорных сукцессий и прорастающими на них фитоценозами.

4. Положение некоторых характерных рудеральных фитоценозов в прогрессивной сукцессии. Рудеральные фитоценозы находятся в достаточно лабильном равновесии, на местообитаниях этих фитоценозов факторы окружающей среды, как правило, меняются внезапно, скачком. Вследствие этого даже на сравнительно небольшой площади образуются узкие, линейно чередующиеся и мозаически меняющиеся полосатые био-

ценозы и зонации. Совокупность различных сообществ придает данной территории пеструю картину и обычно образует зональный или мозаический комплекс. В табл. 5. детально приведена система взаимодействий, определяющая пионерские стадии, затем образующуюся за инициальными сообществами сукцессию. Однако, приведенная схема сукцессий является только эскизом, изображающим те взаимосвязи и закономерности, которыми управляются процессы развития весьма подвижных, динамических сорных сообществ. Подробное изучение этих процессов развития и их закономерностей является ключом искусственного управления процессами задержания.

RUDERAL WEED ASSOCIATIONS IN HUNGARY

II. Studies on Ecology and Succession

By

G. UBRIZSY

Summary

1. Microclimatic and monolithic studies have been carried out on ruderal weed associations growing in calciferous marly soil on the NW—SE slope of Rózsadomb, Budapest. On prismoidal monoliths with a base of $20 \times 10 \text{ cm}^2$ and an altitude of half a meter, dug out from the earth, the weedage was subjected to analyses for the total volume of plants, the total volume of roots, the total volume of aerial parts, length of roots, average height of aerial portions, and microclimatic details. It was established that, if compared with totally devastated control areas stripped of plants, the total volume of plants, the volume, density, and length in the rhizospheri, and the average height of aerial parts increased progressively in the individual phases of the ruderal successions: in other words, that plant production increased in one and the same area (table 1, and figs. 1 to 3). As regards microclimate, *Polygonetum* shows conditions almost similar to those in the devastated area, with extremely extreme fluctuations in temperature and atmospheric moisture, while *Hordeetum*, producing a denser grass, displays less marked, and *Plantaginetum-Lolietum* only very moderate fluctuations. The bioclimate has been studied in the initial and advanced developmental stages of several weed associations, for purposes of comparison (figs. 1 to 3).

2. The overgrowth with grass of a courtyard has been permanently studied from 1946 to 1950. The 5-year study rendered a very demonstrative picture of the progressive ruderal succession of sites exposed to trampling and other kinds of disturbances (fig. 4).

3. Nitrophilia is not always a conclusive factor in the formation of ruderal associations, the site of growth being really determined by the joint effect of all the ecological factors. Yet, generally speaking, it is a characteristic of weed associations, although they often consist not of nitrophil, but of nitrogen-tolerant species (tables 2 to 4). So far, no close and definite correlation could be found to exist between the nitrogen content of the site of the individual weed associations and the phytocenoses living on that site of growth.

4. The position occupied in progressive succession by some characteristically ruderal associations has also been investigated. The balance between ruderal phytocenoses is rather labile. The environmental conditions on their sites of growth usually change very suddenly by leaps and bounds, wherefore even in relatively small areas there form ecotones following each other like narrow bands (zonations), rendering a mosaic impression. Jointly, the various different associations present a rather pied picture to the eye, assembling into zonations or mosaic complexes. Table 5 shows in detail the system of interrelations determining the pioneer stages and, later, the succession which follows initial associations. The scheme of successions there presented gives but a rough idea of the correlations and laws governing the developmental processes of the remarkably mobile and dynamic weed associations. A thorough knowledge of these processes and their laws, respectively, will eventually enable us to exert guiding influence upon the growth of herbage.

DIE ROLLE DER PHOTOPERIODE IN DER AUSLÖSUNG DER DIAPAUSE DES KARTOFFELKÄFERS (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY) UND DES AMERIKANISCHEN WEISSEN BÄRENSPINNERS (*HYPHANTRIA CUNEA* DRURY)

Von

T. JERMY und GY. SÁRINGER

FORSCHUNGSMUSEUM FÜR PFLANZENSCUTZ, BUDAPEST

(Eingegangen am 10. Juli 1955)

Ein charakteristischer Zug im jährlichen Entwicklungsgang des Kartoffelkäfers ist die nach Beendigung des Reifungsfrasses früher oder später eintretende imaginale Diapause. Seit Riley (ap. Grison, 1944) suchten die verschiedenen Autoren die Ursache der Diapause in dem Einfluss der Witterungsverhältnisse. Ihrer Meinung nach sind im Sommer die Wärme und die Dürre (Breitenbecher, 1918, ap. Grison, 1944; Balachovsky und Mesnil, 1936, usw.), im Herbst dagegen die kühle Witterung (Trouvelot, 1936; Breitenbecher, 1918 ap. Balachovsky und Mesnil, 1936) die auslösenden Faktoren. Eingehende Freilandversuche und -beobachtungen haben jedoch gezeigt, dass der überwiegende Teil der Käfer erster Generation die Diapause auch dann beginnt, wenn für die volle Aktivität optimale Temperatur und Luftfeuchtigkeit herrscht und frische Nahrung zur Verfügung steht. Auf Grund dieser Beobachtungen hat Grison (1944) festgestellt, dass beim Kartoffelkäfer eine »echte Diapause« (»diapause vraie«) vorkommt, die auch dann eintritt, wenn zu Beginn des Ruhezustandes die Umweltbedingungen für das aktive Leben der Tiere noch günstig sind.

Die in den vergangenen Jahren in Ungarn durchgeführten Freilandversuche und -beobachtungen haben ebenfalls bewiesen, dass sich der überwiegende Teil der Käfer erster Generation nach Beendigung des Reifungsfrasses im August ohne Eiablage in den Boden zur Überwinterung verkriecht, selbst dann, wenn warme aber nicht trockene Witterung herrscht und für die Käfer frische Nahrung (Blätter der Sommersaatkartoffel) gesichert ist.

Mit der Untersuchung der diapauseauslösenden Faktoren beim Kartoffelkäfer haben sich ausser Tower (1906, ap. Andrewartha, 1952) und Breitenbecher (1918, ap. Andrewartha, 1952) auch Fink (1925, ap. Trouvelot, 1936) und am eingehendsten Faber (1949) befasst.

Tower und Breitenbecher (l. c.) stellten fest, dass die Aktivität der Käfer in trockener Umgebung allmählich abnimmt und dass sich die Tiere früher oder später im Boden vergraben. Solche Käfer werden aber, sobald die Umgebung genügend feucht wird, binnen kurzer Zeit wieder aktiv. In diesem Falle darf der Ruhezustand nicht als Diapause, sondern nur als ein »Starrezustand« (vgl. Emme, 1953) bezeichnet werden.

Fink (1. c.) konnte beweisen, dass der Beginn der Diapause in gewissem Masse von der Nahrungsqualität abhängig sei, denn beim Ernähren mit Kartoffelknollen, Kartoffelbeeren, Tomaten, oder Eierfrüchten begannen die Käfer die Diapause nach 13 Tagen, beim Ernähren mit den Blättern dieser Pflanzen nach 16 Tagen und beim Ernähren anfangs mit Kartoffelblättern und vom 6. Tage an mit Blättern von Pflanzen anderer Pflanzenfamilien nach 23 Tagen.

Faber (1. c.) hatte auf Grund der Laboratoriumsversuche mit 8000 Tieren folgende Feststellung gemacht:

Die Diapause des Käfers kann nach Beendigung des Reifungsfrasses jederzeit und im Leben eines Individuum auch mehrmals eintreten. Sie wird durch das Auftreten eines Depressionszustands verursacht, der durch die Einschaltung der Ruheperiode wieder aufgehoben wird. Nach Beendigung der Diapause werden unter geeigneten Aussenbedingungen der entsprechende physiologische Zustand und das normale Verhalten des Käfers wiederhergestellt. Die Depression wird durch Faktoren ausgelöst, welche die Lebenskraft des Käfers beeinträchtigen.

Faber (1. c.) untersuchte folgende Faktoren:

1. Die Generationsziffer. (Darunter wird die Nummer gemeint, die angibt, der wievielten Generation ohne eingeschaltete Diapause ein Individuum angehört.) *Faber* stellte fest, dass nach Beendigung des Reifungsfrasses 10% in der I., 25% in der II., 50% in der III., und 100% in der IV. Generation der bei 20—22° C und 50—65% rel. Feucht. mit üppig wachsendem Kartoffelkraut gefütterten Käfer die Diapause begannen. Die Zahl der vor der Diapause abgelegten Eier vermindert sich mit zunehmender Generationsziffer.

2. Käfer, die während des Reifungsfrasses 1 bis 14 Tage lang bei +10° C konstanter Temperatur gehalten wurden, zeigten eine mit der Generationsziffer wachsende Empfindlichkeit gegen niedrige Temperaturen, denn sie begannen die Diapause unter dem Einfluss der letzteren in wachsendem Prozentsatz. Während bei Käfern der I. Generation die Diapause-Quote sich erst nach einer mehr als 7tägiger Einwirkung erhöhte (bei 9tägiger Einwirkung 60%, bei 14tägiger 100%), löste eine 5tägige Kältebehandlung den Ruhezustand bereits bei allen Individuen der II. Generation aus.

3. Auf Grund der Untersuchung an den Nachkommen eines einzigen Weibchens wurde festgestellt, dass die Diapause-Quote bei Käfern, welche aus den zuerst abgelegten Eiern stammten, kleiner (12%) ist als bei solchen aus später abgelegten (18%), oder zuletzt abgelegten (63%) Eiern.

4. Der Einfluss der Inzucht konnte nicht einwandfrei festgestellt werden.

5. Das Verhindern der Paarung scheint auch diapauseauslösend zu wirken, diesbezüglich wurden jedoch nur vereinzelt Beobachtungen gemacht.

6. Die Kreuzung von Käfern aus verschiedenen Generationen gab kein eindeutiges Ergebnis. Es scheint, als würde sich nur der Depressionszustand des Weibchens auf die Nachkommenschaft übertragen.

7. Der Einfluss ungünstiger Temperaturen während des Puppenstadiums auf die Diapause-Quote wurde durch *Faber* in der Weise untersucht, indem er die Puppen in den verschiedenen Varianten während 1–14 Tagen bei Temperaturen von $+5$, $+16$ bzw. $+35^{\circ}\text{C}$ hielt. Die Diapause-Quote stieg am meisten bei 35°C (bei Puppen der I. Generation erst nach einer Einwirkung von mehr als 5 Tagen), während der Effekt der Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$ kleiner und der von $+16^{\circ}\text{C}$ unwesentlich war. Auf Grund der Ergebnisse stellte *Faber* fest, dass die Diapause-Quote am kleinsten ist, wenn während der Puppenruhe eine Temperatur von 22 – 25°C herrscht.

8. Ähnliche Versuche wurden mit L_3 durchgeführt. Diese wurden in verschiedenen Varianten 5, 10, 15 Tage lang bei $+5$ bzw. $+15^{\circ}\text{C}$, oder 2, 3, 4 Tage lang bei 35°C gezüchtet. In diesem Falle hat die Temperatur von $+5^{\circ}$ die Diapause-Quote stark erhöht, doch konnten aus den Versuchen keine endgültigen Schlüsse gezogen werden.

9. Zur Untersuchung des Effektes der ungünstigen Luftfeuchtigkeit wurden Jungkäfer und L_2 für verschiedene Dauer feuchtigkeitsgesättigter (100% r. F.) bzw. trockener (10 – 20% r. F.) Luft ausgesetzt. Aus den mitgeteilten Ergebnissen sind keine eindeutigen Schlüsse zu ziehen.

10. Der Einfluss des Lichtes wurde wie folgt untersucht:

Je hundert junge Käfer erster Generation wurden bei normalem Tageslicht bzw. bei völliger Dunkelheit mit Kartoffelpflanzen gefüttert, welche bei ausschliesslich künstlicher Beleuchtung gezüchtet wurden. Parallel dazu wurden ebensoviele Jungkäfer der I. Generation mit Freilandspflanzen unter denselben Lichtverhältnissen gehalten. Die Diapause-Quoten in den verschiedenen Varianten sind aus Tab. I. ersichtlich.

Tabelle I

Der Einfluss des Lichtes auf die Diapause-Quote des Kartoffelkäfers
(Nach *Faber*, 1949)

	Diapause-Quote der Käfe. erster Generation	
	bei normaler Nahrung	bei in künstlicher Beleuchtung gezogener Nahrung
Zucht der Käfer bei Dunkelheit	37%	100%
Zucht der Käfer bei Tageslicht	13%	61%

Aus diesen Ergebnissen zieht *Faber* den Schluss, dass die Dunkelheit sowohl direkt als auch durch die Pflanze indirekt ihren Einfluss ausübt. *Faber* hält es für möglich, dass auch die jahreszeitlichen Schwankungen der Lichtverhältnisse durch die Nährpflanze auf den Eintritt der Diapause beim Kartoffelkäfer eine Wirkung haben, diesbezügliche Versuche wurden jedoch von ihm nicht durchgeführt.

11. Das Hungern der Jungkäfer löst auch Diapause aus.

12. Die Käfer, welche seit dem Eilarvenstadium an Tomaten (*Solanum lycopersicum*), Tollkirsche (*Atropa belladonna*) bzw. an Bittersüss (*Solanum dulcamara*) gezüchtet wurden, gingen zu viel höherem Prozentsatz in Diapause als jene, die an Kartoffelblättern gezogen wurden.

Ein Mangel in *Fabers* angeführten Arbeit ist das Fehlen der Zeitangaben (Jahr, Monat) der Versuche. Ausserdem ist es unklar, bei welchen Lichtverhältnissen die Versuche durchgeführt wurden. Der Satz: »Während des Winters ergänzte künstliche Beleuchtung das mangelnde Tageslicht« bedeutet fast gar nichts für die Untersuchung einer so komplizierten physiologischen Erscheinung. Es wird nicht erwähnt, ob die Tiere während der verschiedenen Temperaturversuche — wahrscheinlich in Thermostaten bzw. in Kühlschränken durchgeführt — beleuchtet wurden oder nicht, und wenn ja, wieviel Stunden täglich. Die Versuchsergebnisse sind in dieser Hinsicht noch unsicherer, da, wie der Verfasser schreibt, »die Reihenfolge der Einzelversuche bei den verschiedenen Serien richtete sich nach dem Vorhandensein von Tieren der gewünschten Generation, und selbst dann konnten sie nicht immer mit der vorgesehenen Zahl von Käfern gleichzeitig begonnen und beendet werden, sondern wurden je nach Anfall der Versuchstiere so lange fortgeführt, bis die für den Versuch verlangte Zahl untersuchter Käfer erfüllt war. So konnten eingegangene Käfer leicht durch andere, gleichwertige ersetzt werden«.

Dieser Umstand erschwert die Auswertung der Versuchsergebnisse um so mehr, da der Verfasser bei keinem Versuch den Beginn und das Ende sowie die Zeitspanne zwischen dem als ersten und dem als letzten in Versuch eingezogenen Käfers angibt. Die Bekanntmachung dieser Angaben wäre unerlässlich gewesen, weil die Versuchsbedingungen (Qualität der Nahrung, Lichtverhältnisse) teilweise unvermeidlich von der Jahreszeit abhängig sind.

Abgesehen von der methodologischen Unsicherheit der Versuchsergebnisse sind die in den obigen 12 Punkten festgelegten Schlussfolgerungen — die zwar zur Kenntnis der Diapause des Kartoffelkäfers viel wertvolles beigetragen haben — nicht geeignet, die Tatsache zu erklären, dass die Mehrzahl der Käfer der I. Generation kurz nach Beendigung des Reifungsfrasses die Diapause beginnt, denn bezüglich der untersuchten Faktoren können wir folgendes feststellen:

a) Die Generationsziffer kommt nicht in Frage, denn die Diapause-Quote beträgt bei den Käfern der I. Generation unter Freilandsverhältnissen nicht 10%, sondern — zumal im August — nahe 100%, ohne dass sie sich vermehrt hätten.

b) In unserem Klima kann es nicht vorkommen, dass Käfer der I. Generation zur Zeit des Reifungsfrasses 7 Tage hindurch ständig einer Temperatur von +10° C ausgesetzt sind. Dasselbe gilt für die extremen Temperaturen, bei denen *Faber* die Versuche mit Larven und Puppen durchgeführt hat. Die Larven

können zwar im Hochsommer einer Tagestemperatur von $+35^{\circ}$ und in kühlen Nächten einer von nur $+5^{\circ}$ ausgesetzt sein, doch können solche Temperaturen bei uns nicht mehrere Tage hintereinander herrschen. Möglicherweise können auch solche kurzfristige Temperaturextreme die Diapause auslösen, aber diesbezüglich kann man aus *Fabers* Versuchen, die mit konstanten Temperaturen durchgeführt wurden, keine Schlüsse ziehen.

c) Ständige Dunkelheit, bei künstlichem Lichtgezogenes Kartoffelkraut, Hunger und verschiedene Nährpflanzen kommen ebensowenig als allgemein wirkende Faktoren in der natürlichen Umgebung in Betracht.

d) Die mit dem Alter des Muttertieres zunehmende Diapause-Quote der Nachkommenschaft könnte die gegen das Ende des Sommers steigende Diapausebereitschaft der Käfer erklären. Aus *Fabers* Versuch, der mit einem einzigen Weibchen durchgeführt wurde, erscheint es aber gewagt, einen allgemeingültigen Schluss zu ziehen, um so mehr, als die ersten und die letzten Nachkommen des $3\frac{1}{2}$ Monate lang lebenden Tieres sich nicht unter gleichen Bedingungen entwickeln konnten, da doch ihre Entwicklung auf zwei verschiedene Jahreszeiten fiel.

e) Die unter Punkt 4, 5, 6 und 9 bekanntgegebenen Ergebnisse sind entweder nicht beweiskräftig oder nicht eindeutig und fallen somit in Hinsicht der Klärung der natürlichen Diapauseerscheinung auch weg.

Nach dem aus den erörterten Versuchsergebnissen und Beobachtungen als Ursache der Diapause des Kartoffelkäfers unter Freilandsverhältnissen im Sommer weder die Temperatur, noch die Luftfeuchtigkeit, noch das Alter der Nährpflanze in Frage kommt, lag der Gedanke nahe, dass im Auslösen des Ruhezustandes die Photoperiode eine Rolle spiele.

Die Wirkung der Photoperiode auf den Entwicklungszyklus der Gliedertiere hat zuerst der japanische Forscher *Kogure* (1933, ap. *Emme*, 1953) beim Seidenspinner bewiesen, obwohl die Chinesen bei der Züchtung von *Antheraea pernyi* die Veränderung der Beleuchtungsdauer zur Regulierung des Lebenszyklus des Insekts schon seit langer Zeit benützt haben (*Emme*, 1953). Während der letzten zwei Jahrzehnte sind viele Versuchsergebnisse veröffentlicht worden, aus denen klar hervorgeht, dass die Photoperiode als regulierender Faktor in der Diapause der verschiedensten Gliedertiere eine entscheidende Rolle spielt (*Sabrosky*, *Larson* und *Nabours*, 1933; *Baker*, 1935; *Smith* und *Cole*, 1941; *Dickson* und *Sanders*, 1945; *Andrianowa*, 1948; *Danilewskij*, 1948; *Dickson*, 1949; *Geipitz*, 1949; *Komarowa*, 1949; *Way*, *Hopkins* und *Smith*, 1949; *Danilewskij* und *Glinjanaja*, 1949, 1950; *Bondarenko*, 1950; *Lees*, 1950; *Miller*, 1950; *Way* und *Hopkins*, 1950, *Emme*, 1953).

Die Bedeutung der Photoperiode in der Auslösung der Diapause des Kartoffelkäfers wurde — soweit uns bekannt — bis jetzt nicht untersucht. Nur in einer während der Zusammenstellung des vorliegenden Artikels erschiener Arbeit von *Wilde* (1954) ist ein kurzer Hinweis zu finden, dass der Tempe-

ratur und der Photoperiode auch beim Kartoffelkäfer eine entscheidende Bedeutung in der Auslösung der Diapause zuzuschreiben ist.

Mit der Diapause der Puppen des Amerikanischen Weissen Bärenspinners haben sich Nagy, Reichart und Ubrizsy (1953) befasst. Es wurde festgestellt, dass aus der überwiegenden Mehrzahl der Puppen Ende Juli und Anfang August nach 7—13tägiger Puppenruhe die Imagines schlüpfen, während die Puppen der zweiten Generation von September—Oktober an bis April und Mai des folgenden Jahres in Diapause verharren. Aus solchen diapausierenden Puppen schlüpfen die Falter sogar bei Zimmertemperatur nur ab Februar. Die diapauseauslösenden Faktoren wurden bei dieser Art nicht untersucht. Im Falle der *Hyphantria* könnte man annehmen, dass der Ruhezustand entweder durch die veränderte Qualität der Nahrung (herbstliches Laub) oder durch die Photoperiode (kurze Tage der Herbstmonate) induziert wird.

Zwecks Feststellen der Rolle der Photoperiode wurden im Jahre 1954 im Kartoffelkäfer-Forschungslaboratorium des Ungarischen Forschungsinstitutes für Pflanzenschutz in Keszthely mit beiden Schädlingen Versuche durchgeführt.

Versuchsmethodik

Sämtliche Versuche wurden in einem mit der Längsachse in OW-Richtung stehendem Treibhaus durchgeführt, dessen Temperatur im Sommer mit partieller Beschattung der Südseite, ferner mit intensiver Lüftung und im Herbst durch Heizung so geregelt wurde, dass sie während der Versuche 33° C nicht überstieg bzw. nicht unter 14° C sank, und somit den während der Monate Juni und Juli in Ungarn herrschenden Temperaturen entsprach. Die Temperatur des Treibhauses wurde durch einen Thermographen laufend registriert, letzterer wurde durch einen geeichten Quecksilberthermometer täglich zweimal kontrolliert. Die tägliche Maxima und Minima sind aus Tab. II. ersichtlich. Die relative Luftfeuchtigkeit schwankte zwischen 60 und 100 %, war aber meistens 80—90 %.

Bei der Auswahl der zur Prüfung gewählten Beleuchtungszeiten haben wir uns auf folgende Überlegung gestützt:

In Ungarn beträgt die Länge eines Tages (vom Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang) zwischen dem 21. 6 und dem 21. 9:

21. 6.	15 Stunden 59 Minuten
1. 7.	15 « 55 «
11. 7.	15 « 42 «
21. 7.	15 « 23 «
1. 8.	14 « 58 «
11. 8.	14 « 29 «
21. 8.	13 « 59 «
1. 9.	13 « 23 «
11. 9.	12 « 50 «
21. 9.	12 « 16 «

Die Beleuchtung kann schon bei ganz niedrigen Lichtintensitäten die Diapauseerscheinungen beeinflussen (Kogure, 1933, ap. Andrewartha, 1952). Auf Grund dessen hatten wir den Beginn des Tageslichts mit 30 Minuten vor Sonnenaufgang und das Ende mit 30 Minuten nach Sonnenuntergang angesetzt. So ist der »physiologische« Tag um 1 Stunde länger als der astronomische. In unseren Versuchen hatten wir zwei tägliche Beleuchtungsdauern benutzt:

Tabelle II

Temperatur im Treib während der Versuche in Grad Celsius*

Tag	Max.	Min.	Tag	Max.	Min.	Tag	Max.	Min.	Tag	Max.	Min.	Tag	Max.	Min.
12. 5.	28	19	13. 6.	30	22	15. 7.	24	19	16. 8.	28	20	17. 9.	26	19
13.	26	18	14.	32	23	16.	24	20	17.	27	23	18.	24	19
14.	25	18	15.	31	25	17.	25	19	18.	27	18	19.	26	18
15.	28	17	16.	26	22	18.	28	20	19.	28	18	20.	28	18
16.	24	17	17.	27	22	19.	28	20	20.	29	20	21.	23	19
17.	24	18	18.	28	24	20.	25	19	21.	30	22	22.	22	18
18.	25	18	19.	28	24	21.	25	16	22.	33	22	23.	24	17
19.	24	18	20.	29	21	22.	26	17	23.	27	22	24.	23	14
20.	27	18	21.	32	21	23.	28	19	24.	25	18	25.	25	15
21.	25	18	22.	33	25	24.	24	19	25.	28	20	26.	18	17
22.	26	18	23.	33	26	25.	27	19	26.	26	20	27.	23	18
23.	26	19	24.	29	25	26.	28	19	27.	26	20	28.	22	17
24.	28	19	25.	30	22	27.	28	22	28.	29	20	29.	20	17
25.	25	20	26.	30	22	28.	29	22	29.	28	20	30.	22	15
26.	28	19	27.	29	22	29.	26	22	30.	30	22			
27.	29	21	28.	32	24	30.	24	20	31.	28	18	1. 10.	19	14
28.	30	22	29.	28	23	31.	22	20				2.	24	16
29.	29	22	30.	28	20				1. 9.	30	22	3.	21	17
30.	30	22				1. 8.	25	18	2.	30	21	4.	24	20
31.	28	22	1. 7.	31	23	2.	28	20	3.	30	22	5.	24	22
			2.	25	20	3.	29	22	4.	30	22	6.	25	22
1. 6.	27	21	3.	23	18	4.	30	19	5.	30	21	7.	24	22
2.	26	20	4.	25	17	5.	30	20	6.	29	20	8.	28	20
3.	27	19	5.	24	20	6.	32	22	7.	30	20	9.	28	19
4.	26	21	6.	23	20	7.	30	20	8.	30	20	10.	25	22
5.	22	21	7.	26	20	8.	28	20	9.	29	22	11.	28	19
6.	28	20	8.	25	21	9.	29	22	10.	29	22	12.	28	20
7.	27	20	9.	20	19	10.	27	22	11.	29	20	13.	29	19
8.	29	19	10.	22	18	11.	25	20	12.	29	21	14.	30	19
9.	31	23	11.	22	16	12.	26	20	13.	26	22	15.	28	21
10.	33	25	12.	28	19	13.	28	20	14.	27	18	16.	33	20
11.	27	24	13.	22	20	14.	30	22	15.	25	19	17.	29	19
12.	29	23	14.	26	20	15.	30	22	16.	26	20			

* Fehler der Ablesung des Thermogrammes = $\pm 0,5^{\circ}$ C.

17 und 14 Stunden. Die Beleuchtungsdauer wurde folgendermassen reguliert: sowohl die lang- wie kurztagigen Zuchten standen die Nacht über und vom Morgen bis Nachmittag frei auf den Tischen des Treibhauses, so dass sie den eventuellen nächtlichen Lichteinwirkungen (Mondschein) und während des ganzen Tages bis spät Nachmittag dem Tageslicht gleichmässig ausgesetzt waren. Die »kurztägigen« Zuchten (14 Stunden Beleuchtung) wurden am Nachmittag (14 Stunden von der Morgendämmerung [30 Minuten vor Sonnenaufgang] gerechnet) mit $60 \times 60 \times 60$ cm Holzkisten bedeckt, an denen zur Sicherung der Lüftung mit Lichtabschluss versehene Öffnungen waren. Abends, nach Eintritt der Dunkelheit wurden die Kisten wieder entfernt. Vom 10. September an haben wir die kurztagigen Zuchten nicht bedeckt, so dass im folgenden die »14stündige« oder »kurztägige« Bezeichnung bei den nach diesem Zeitpunkt durchgeführten Versuchen die natürliche Tageslänge der Herbsttage bedeutet.

Die »langtagigen« (17 Stunden Beleuchtung) Zuchten wurden nach Sonnenuntergang mit 100 W Tungstam-Glühlampen beleuchtet so, dass die Länge des Tages von der Morgendämmerung gerechnet 17 Stunden erreichte. Die Glühlampen waren so befestigt, dass die Entfernung von den Zuchten mindestens 0,75 m, aber höchstens 1,5 m war. Der Temperaturunterschied der beleuchteten und unbeleuchteten Zuchten machte höchstens 2° C aus.

Leptinotarsa decemlineata Say

Zu den Versuchen wurden die im Garten des Laboratoriums in Freilandkäfigen überwinterten Käfer und ihre Nachkommen benutzt.

Die Käfer hielten wir in Zuchtgefäßen (Abb. 1), die aus Glaszylindern zusammengestellt waren. Die Erde in den Zuchtgefäßen wurde regelmässig befeuchtet. Das Kartoffelkraut wurde mit Hilfe von wassergefüllten Reagenzröhrchen frisch gehalten. Die Eier wurden bis zum Schlüpf-

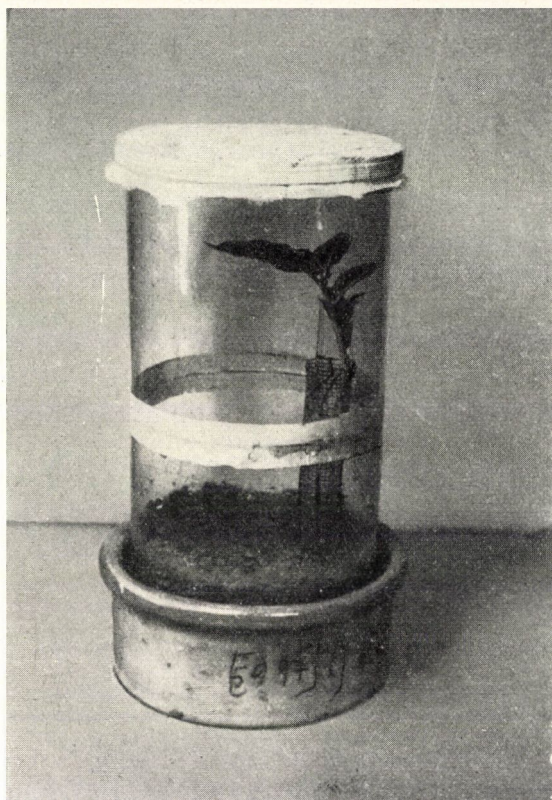


Abb. 1. Zuchtgefäß für Kartoffelkäfer

fen in mit Wasser beschickten Zwölfer-Hygrostaten aufbewahrt. Die jungen Larven wurden ebenfalls in Hygrostaten gezüchtet. Vom III. Entwicklungsstadium anfangen hielten wir die Larven in Steingutschüsseln stehenden Glaszylindern mit einem Durchmesser von 11 cm, welche bis zu $\frac{1}{3}$ Höhe mit feuchter Gartenerde gefüllt und oben mit Gase verschlossen waren. Das Kraut wurde auch hier in wassergefüllten Glasröhrchen frischgehalten. In je einem Glaszylinder kamen höchstens 20 Larven.

Zum Füttern der Käfer und der Larven diente bis Mitte September kräftig wachsendes Kartoffelkraut (Sorte: Merkur). Vierwöchentlich wurde neue Kartoffelsaat angepflanzt, damit ständig junge Triebe zum Füttern zur Verfügung stehen. Die Pflanzen wurden ebenfalls bei zwei verschiedenen Beleuchtungsdauern gezüchtet: ein Teil bei 14-, der andere bei 17stündiger täglicher Beleuchtung. Die gewünschte Beleuchtungsdauer wurde auch in diesem Falle durch Verdunklung bzw. am Abend durch künstliche Beleuchtung gesichert. Zur letzteren benutzten wir ebenfalls 100 W Glühbirnen die in einer Entfernung von 0,7—1,5 m von den Pflanzen aufgehängt waren.

Die Fütterung der Tiere wurde am Anfang der Versuche täglich zweimal zwischen 8 Uhr 30 Min. und 10 Uhr, sowie zwischen 16 und 17 Uhr, ab 20. Juli aber täglich nur einmal, zwi-

schen 10 und 13 Uhr durchgeführt. Zur Fütterung benützten wir nur die obersten Blätter, bzw. Triebsenden.

Da wir mit unseren Versuchen zugleich feststellen wollten, inwiefern die Photoperiode ihre diapauseauslösende Wirkung durch das Larvenstadium, oder das Jungkäferstadium, oder gar durch die Nährpflanze auf die Tiere ausübt, wurden die Versuche nach dem in Abb. 2 dargestellten Schema durchgeführt.

Zur Feststellung des Eintretens der Diapause wurde alle 10–14 Tage die Zahl der aktiven (nicht in die Erde verkrochenen) Käfer bestimmt, ausserdem täglich die Zahl der abgelegten Eier eingetragen und am 21. Oktober die sich in der Erde befindenden Käfer gezählt (bis zu diesem Zeitpunkt sind alle am Leben gebliebene Käfer in Diapause gegangen).

Zu den Versuchen mit der II. Generation hatten wir die aus den Versuchen mit der I. Generation stammenden Eier benutzt und die Varianten nach dem aus Abb. 2 ersichtlichen Schema beginnend mit Eiern zusammengestellt.

Tabelle III

Die wichtigsten Angaben der Diapauseversuche mit den Kartoffelkäfer-Imagines

Bezeichnung des Versuches	Genera- tion	Zuerst	Zuletzt	Anzahl der Käfer im Versuch	Zeitpunkt der Feststellung der Zahl aktiver Käfer	Zeitpunkt der Feststellung der Zahl der diapausierenden Käfer im Boden
		ausgeschlüpfte Käfer				
		<i>c</i>	<i>d</i>				e	f	g
<i>a</i>	<i>b</i>					
«A»	I	18. 6.	28. 6.	354	2. 8.	21. 10.
«B»	I	28. 6.	12. 7.	316	25. 8.	21. 10.
«C»	I	14. 7.	27. 7.	107	25. 8.	21. 10.
«D»	II	29. 7.	12. 8.	159	16. 9.	21. 10.
«E»	II	3. 9.	16. 9.	252	21. 10.	21. 10.

Tab. III zeigt die wichtigsten Angaben der im folgendem zu erörternden Versuche. Nachdem die zu einem Versuch benötigten Käfer nicht binnen einem Tag ausgeschlüpfen, ergibt sich zwischen den zuerst und zuletzt in den Versuch einbezogenen Käfern ein zeitlicher Unterschied von etwa 11–14 Tagen (siehe Tab. III, Spalte c und d). Das Einsetzen der Käfer geschah in allen Varianten parallel, so dass der obige Zeitunterschied das Endergebnis (die Differenz zwischen den Varianten) nicht beeinflussen konnte.

Hyphantria cunea Drury

Zu den Versuchen benutzten wir Raupen des III. Entwicklungsstadiums, die in der Umgebung von Keszthely am 5. September 1954 gesammelt wurden. Die Raupen wurden in 40 cm hohen oben mit Gaze abgeschlossenen Glaszylindern (Durchmesser 15 cm) gezüchtet. Als Nahrung diente täglich frisches Laub von Maulbeerbaum (*Morus alba*). Für die Verpuppung wurden zusammengerollte Wellpappestreifen im untern Teil der Glaszylinder bereit gestellt.

Ein Teil der Raupen entwickelte sich bei natürlicher Beleuchtung (Herbsttag) der andere bei einer Beleuchtungsdauer von täglich 17 Stunden (Methode siehe Seite 425.).

Versuchsergebnisse

Leptinotarsa decemlineata Say

1. *Die überwinterten Käfer.* Im Verhalten der überwinterten Käfer, die bei kurz tägiger, bzw. lang tägiger Beleuchtung gezogen wurden, zeigte sich kein Unterschied. Die ein Weibchen entfallende Eiproduktion ist aus Tab. IV

ersichtlich, demnach ist zwischen den zwei Zuchten kein signifikanter Unterschied zu verzeichnen. Die Photoperiode (Tabelle IV) hat anscheinend keinen Einfluss auf das Verhalten der überwinterten Käfer.

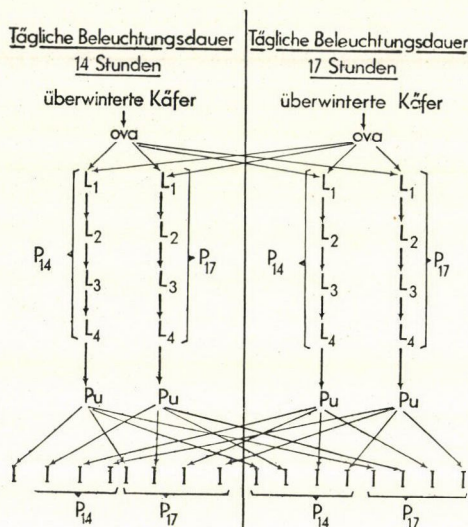


Abb. 2. Schema der Versuche mit dem Kartoffelkäfer. (L_1 — L_4 = die vier Entwicklungsstadien der Larven; P_u = Puppe; I = Imago; P_{17} = Beleuchtung der als Nahrung dienenden Kartoffelpflanze täglich 17 Stunden; P_{14} = dasselbe täglich 14 Stunden)

2. Die Käfer der I. Generation. Nach dem Schlüpfen beginnen die Käfer der I. Generation die Diapause im Freiland binnen 10—12 Tagen und nach 1 Monat befinden sich schon fast alle Tiere im Ruhezustand. Darum wollen wir die sich im Beginnen der Diapause zeigenden Unterschiede zwischen den

Tabelle IV

Eiproduktion der überwinterten Kartoffelkäfer

Tägliche Beleuchtung	Mindest-	Höchst-	Durchschnitts-
	zahl der Eier pro Weibchen		
14 Stunden	83	1283	594 ± 296
17 Stunden	221	549	401 ± 70

unter zwei abweichenden Beleuchtungsdauern gezüchteten Käfer durch der Zahl der nach einem Monat vom Versuchsbeginn aktiven Käfer darstellen,

Abb. 3, 4, und 5 zeigen die Ergebnisse der Versuche »A«, »B« und »C« auf Grund der nach etwa einem Monat festgestellten Zahlenverhältnisse. Die Höhe

der Säulen bedeutet die in den angegebenen Zeitpunkten (Tab. III, Spalte f) festgestellte Zahl der aktiven Käfer in Prozenten der (mit der Mortalität korrigierten) Ausgangszahl ausgedrückt. Die Höhe der Säule bedeutet also:

$$x = \frac{\text{Zahl der aktiven Käfer}}{(\text{Ausgangszahl}) - (\text{Zahl der eingegangenen Käfer})} 100$$

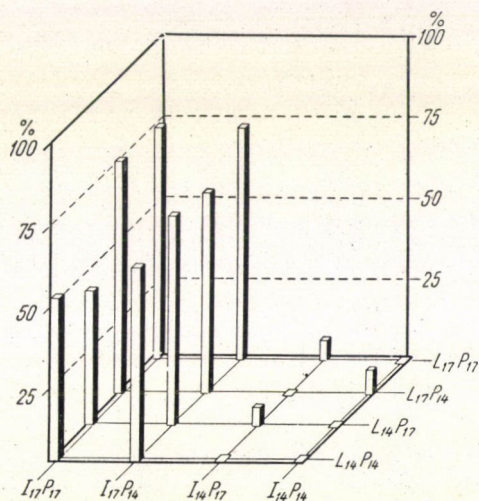


Abb. 3. Zahl der aktiven Käfer am Ende des ersten Monats nach dem Schlüpfen im Versuch «A», in Prozenten der (mit der Mortalität korrigierten) Zahl der geschlüpften Käfer ausgedrückt. (L_{17} = Beleuchtungsdauer während der Larvenentwicklung täglich 17 Stunden; L_{14} = dasselbe täglich 14 Stunden; I_{17} = Beleuchtungsdauer im Imaginalstadium täglich 17 Stunden; I_{14} = dasselbe täglich 14 Stunden; P_{17} = Beleuchtung der als Nahrung dienenden Kartoffelpflanze täglich 17 Stunden; P_{14} = dasselbe täglich 14 Stunden)

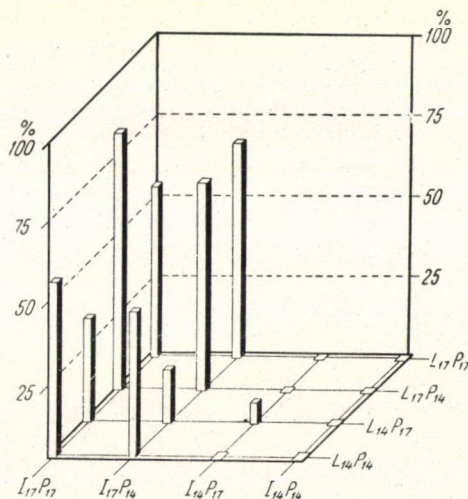


Abb. 4. Zahl der aktiven Käfer im Versuch »B« (Erklärung siehe Abb. 3)

Die Abbildungen zeigen eindeutig, dass die Käfer der I. Generation bei einer Beleuchtung von täglich 17 Stunden am Ende des ersten Monates in viel höherem Prozentsatz noch aktiv geblieben sind als die Käfer, welche bei kurzer Beleuchtung gezüchtet wurden, unabhängig davon, ob sich die Larvenentwicklung bei kurzem oder bei langem Tag abspielte, und ob die Tiere bei kurzer oder bei langer täglichen Beleuchtung gezüchtetes Kartoffelkraut verzehrten. Auf Grund dieser Ergebnisse können wir also folgendes feststellen:

a) Die Photoperiode spielt eine wichtige Rolle in der Auslösung der imaginalen Diapause des Kartoffelkäfers.

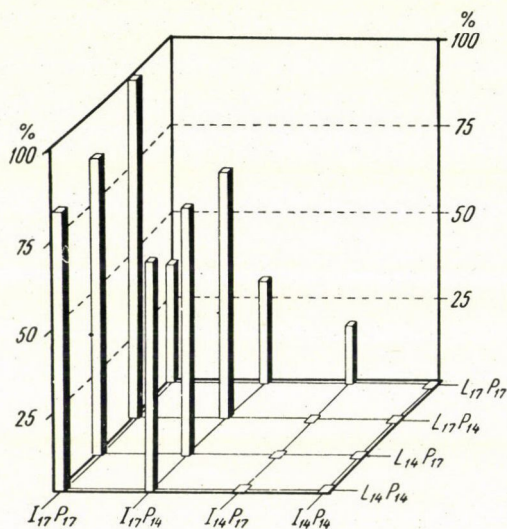


Abb. 5. Zahl der aktiven Käfer im Versuch »C« (Erklärung siehe Abb. 3)

b) Als auf Photoperiode empfindliches Entwicklungsstadium ist das Jungkäferstadium zu bezeichnen.

c) Bei obiger Versuchsanordnung scheint die Beleuchtungsdauer nicht durch die Nährpflanze, sondern direkt auf den Jungkäfer zu wirken.

d) Die Beleuchtungsdauer von täglich 17 Stunden reicht nicht aus, um die Diapause bei allen Individuen aufzuheben. Diese Erscheinung ist entweder damit zu erklären, dass die Diapause teilweise von Faktoren ausgelöst wird, welche auch bei obiger Versuchsanordnung zu Geltung kamen, oder dass zur totalen Aufhebung der Diapause eine Beleuchtungsdauer von mehr als 17 Stunden nötig ist. Im letzteren Falle dürfte die von uns angewandte längere Beleuchtungsdauer dem Schwellenwert nahe liegen.

3. Die Käfer der II. Generation. Von den zwei Versuchsreihen, die mit der II. Generation durchgeführt wurden, zeigt Abb. 6 die Ergebnisse des Versuches »D« in derselben Weise dargestellt, wie es unter Punkt 2 erörtert wurde.

Da infolge eines Versuchsfehlers ein Teil der Varianten nicht eindeutig auszuwerten war, teilen wir nur die Ergebnisse der Varianten mit, welche die Diapause-Quoten der aus »kurztägigen« Larven gezüchteten Käfer erhalten, obzwar die andere Hälfte der Varianten — soweit diese eindeutig auszuwerten waren — denselben Unterschied zwischen den Käfern der zwei verschiedenen Beleuchtungsdauern klar zeigten.

Aus Abb. 6, 7 ist deutlich zu sehen, dass sich beim Eintreten der Diapause der II. Generation derselbe Unterschied zwischen den zwei Gruppen der Käfer (14 bzw. 17 Stunden Beleuchtung im Jungkäferstadium) zeigte wie bei den Käfern der I. Generation.

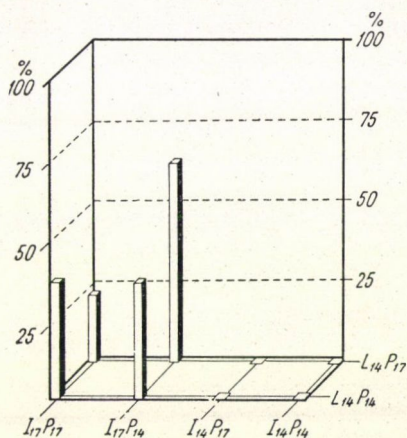


Abb. 6. Zahl der aktiven Käfer im Versuch »gD« (Erklärung siehe Abb. 3)

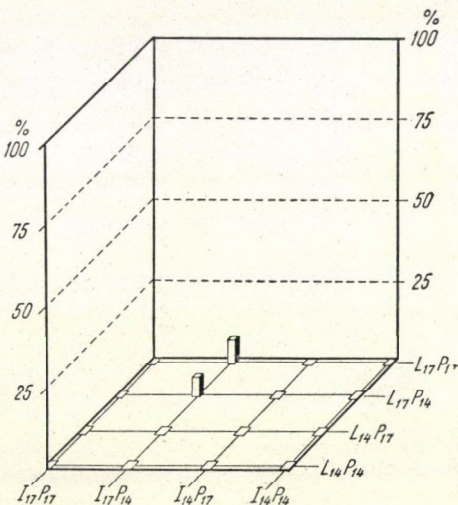


Abb. 7. Zahl der aktiven Käfer im Versuch »E« (Erklärung siehe Abb. 3)

Im Versuch »E«, der ebenfalls mit der II. Generation, aber 1 Monat später durchgeführt wurde, zeigte sich dieser Unterschied nicht (Abb. 7). Die Ursache dafür ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass während dieses Versuchs die Temperatur im Treibhaus nachts öfters bis 14° C gesunken ist (s. Tab. II). Danilewskij und Glinjanaja (1950) haben nämlich festgestellt, dass niedrige Temperaturen die Wirkung des Lichtes kompensieren, demzufolge bedeutet die tiefe Temperatur der Morgenstunden eine »Verlängerung der Nacht«.

Die eindeutige Diapausebereitschaft der Käfer im Versuch »E« ist möglicherweise auch damit zu erklären, dass zu dieser Zeit die Kartoffelpflanzen nicht mehr so kräftig wuchsen als zu Zeit der vorigen Versuche. In diesem Falle konnte daher auch die eventuelle diapauseauslösende Wirkung des alternden Krautes zur Geltung kommen.

4. Die Zahl der diapausierenden Käfer im Boden. Zum Ermitteln des Zusammenhangs zwischen Beleuchtungsdauer und Anzahl diapausierender Käfer haben wir am 21. Oktober die Zahl der Käfer festgestellt, welche sich in den verschiedenen Versuchsvarianten in der Erde befanden. Zu dieser Zeit waren keine Käfer mehr an der Oberfläche.

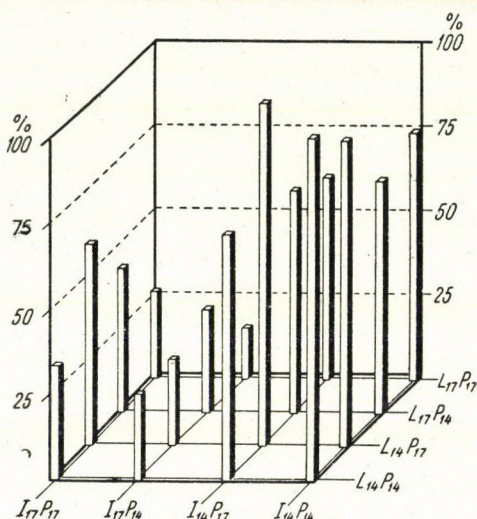


Abb. 8. Zahl der diapausierenden Käfer am 21. X. im Versuch »A« in Prozenten der ausgeschlüpften Käfer ausgedrückt (Erklärung siehe Abb. 3)

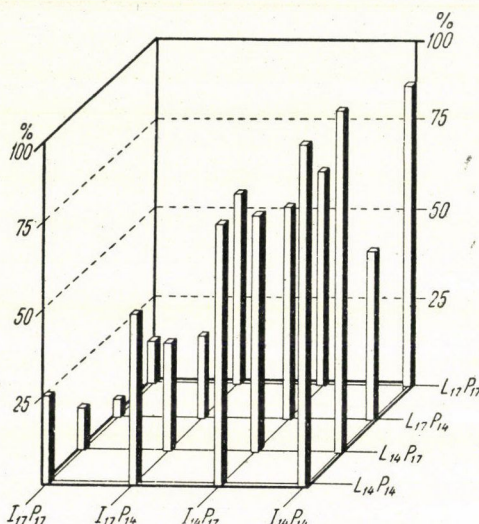


Abb. 9. Zahl der diapausierenden Käfer im Versuch »B« (Erklärung siehe bei Abb. 3 und Abb. 8)

Abb. 8—12 zeigen die Zahl der am 21.10 diapausierenden Käfer aus den Versuchen »A«—»E« in Prozenten zur Ausgangszahl ausgedrückt. Die Höhe der Säulen bedeutet :

$$x = \frac{\text{Zahl der Käfer in der Erde}}{\text{Ausgangszahl der Käfer}} \cdot 100$$

Während in Falle der I. Generation der Unterschied zwischen den »kurztägigen« und den »langtägigen« Käfern deutlich zu erkennen ist (Abb. 8, 9 und 10), ist der Unterschied bei der II. Generation (Abb. 11 und 12) nicht vorhanden.

Die statistische Sicherung in den einzelnen Versuchsreihen ist aus Tab. V ersichtlich. Daraus geht hervor, dass die Differenz bei der I. Generation stark signifikant ist, während dieselbe bei der II. Generation nicht bzw. sehr Schwach gesichert ist.*

* Rüter, H.: Die Feldversuchstechnik, Berlin 1952.

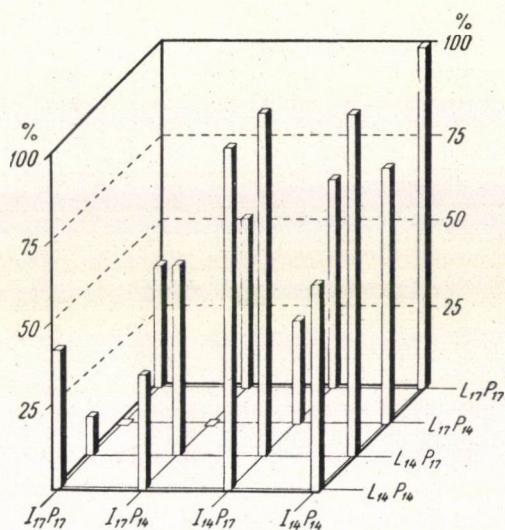


Abb. 10. Zahl der diapausierenden Käfer im Versuch »C« (Erklärung siehe bei Abb. 3 und Abb. 8)

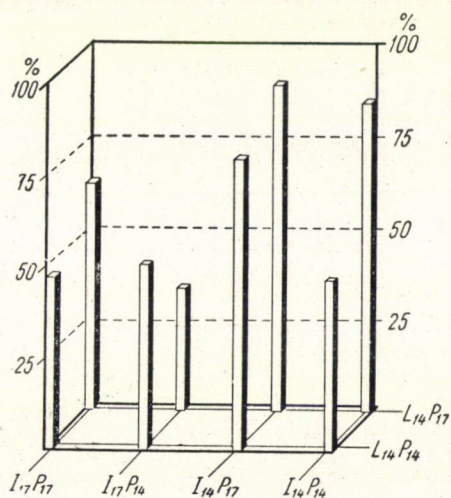


Abb. 11. Zahl der diapausierenden Käfer im Versuch »D« (Erklärung siehe bei Abb. 3 und Abb. 8)

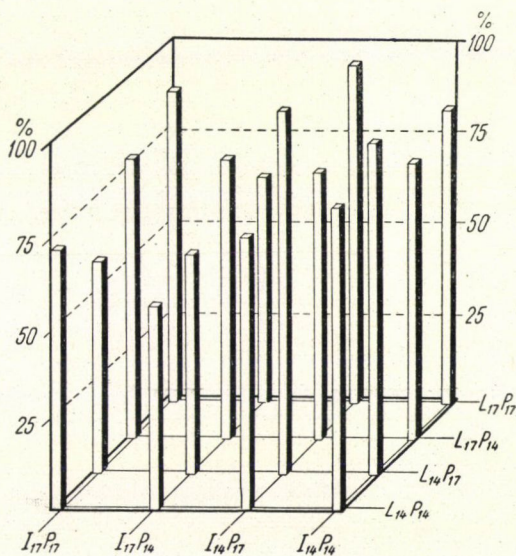


Abb. 12. Zahl der diapausierenden Käfer im Versuch »E« (Erklärung siehe bei Abb. 3 und Abb. 8)

Tabelle V

Zusammenhang zwischen der Zahl der diapausierenden Käfer (am 21. 10.)
und der Beleuchtungsdauer

Versuch	Zahl der sich im Boden befindenden Käfer in Prozenten der ausgeschlüpften Jungkäfer ausgedrückt ¹		P
	Käfer bei 14 Stunden Beleuchtung M \pm m	Käfer bei 17 Stunden Beleuchtung M \pm m	
«A»	78 \pm 6,4	31 \pm 4,4	< 0,10
«B»	76 \pm 7,3	27 \pm 6,6	< 0,10
«C»	76 \pm 10,2	29 \pm 5,8	< 0,10
«D»	75 \pm 10,3	48 \pm 5,9	7,0
«E»	84 \pm 3,6	68 \pm 4,3	1,1

¹ M = Durchschnitt von den 8 Varianten (bei »D« von 4 Varianten).

Nachdem am 21. Oktober schon keine aktiven Käfer an der Bodenoberfläche vorhanden waren, ist der Unterschied zwischen den verschiedenen Varianten auf die grössere Mortalität der Käfer zurückzuführen, die bei langer Beleuchtungsdauer gehalten waren.

5. *Die Zahl der abgelegten Eier.* Die Wirkung der Beleuchtungsdauer auf die Eiproduktion kann durch die auf ein Weibchen entfallende Durchschnittszahl der abgelegten Eier ausgedrückt werden. Diese Zahlen sind für die Versuche »A«, »B« und »C« in Abb. 13, für Versuche »D« und »E« in Abb. 14 dargestellt und bedeuten die durchschnittliche Eiproduktion während des ersten Monates nach dem Schlüpfen der Käfer (also bis zu dem in Tab. III, Spalte f angegebenen Zeitpunkt).

Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass die Eiproduktion der Käfer der I. Generation (Abb. 13) auch von den während der Larvenentwicklung herrschenden Beleuchtungsverhältnissen beeinflusst werden, denn die wenigsten Eier waren in den Varianten, denen sowohl während der Larvenentwicklung als auch des Jungkäferstadiums kurze Beleuchtungsdauer geboten wurde. Dasselbe gilt auch für die II. Generation in dem Versuch vom August — September Abb. 14 »D«, während im anderen Versuch wegen der frühzeitigen allgemeinen Diapausebereitschaft der Käfer die Eiproduktion sozusagen ganz fehlte (Erklärung s. unter Punkt 3).

Die Beleuchtungsverhältnisse der Nährpflanzen beeinflussen weder die Diapausebereitschaft noch die Eiproduktion.

*

Die im obigen mitgeteilten Versuchsergebnisse erklären vollständig das Verhalten des Kartoffelkäfers in Ungarn :

230	220	183	159	$L_{17} P_{17}$	133	275	53	31	$L_{17} P_{17}$
57	128	138	201	$L_{17} P_{14}$	99	102	89	69	$L_{17} P_{14}$
130	125	∅	2	$L_{14} P_{17}$	74	95	90	∅	$L_{14} P_{17}$
118	113	1	∅	$L_{14} P_{14}$	99	111	∅	∅	$L_{14} P_{14}$
$\frac{I_{17}}{P_{17}}$	$\frac{I_{17}}{P_{14}}$	$\frac{I_{14}}{P_{17}}$	$\frac{I_{14}}{P_{14}}$		$\frac{I_{17}}{P_{17}}$	$\frac{I_{17}}{P_{14}}$	$\frac{I_{14}}{P_{17}}$	$\frac{I_{14}}{P_{14}}$	
»A«					»B«				

291	307	329	99	$L_{17} P_{17}$
678	440	107	∅	$L_{17} P_{14}$
193	277	∅	∅	$L_{14} P_{17}$
501	762	∅	∅	$L_{14} P_{14}$
$\frac{I_{17}}{P_{17}}$	$\frac{I_{17}}{P_{14}}$	$\frac{I_{14}}{P_{17}}$	$\frac{I_{14}}{P_{14}}$	
»C«				

Abb. 13. Zahl der abgelegten Eier pro Weibchen der ersten Generation bis zum Ende des ersten Monats nach dem Schlüpfen, in den Versuchen »A«, »B« und »C« (Erklärung siehe bei Abb. 3)

107	54	∅	∅	$L_{14} P_{17}$	4	41	∅	∅	$L_{17} P_{17}$
37	111	5	∅	$L_{14} P_{14}$	∅	∅	∅	∅	$L_{17} P_{14}$
					∅	∅	∅	∅	$L_{14} P_{17}$
					∅	∅	∅	∅	$L_{14} P_{14}$
$\frac{I_{17}}{P_{17}}$	$\frac{I_{17}}{P_{14}}$	$\frac{I_{14}}{P_{17}}$	$\frac{I_{14}}{P_{14}}$		$\frac{I_{17}}{P_{17}}$	$\frac{I_{17}}{P_{14}}$	$\frac{I_{14}}{P_{17}}$	$\frac{I_{14}}{P_{14}}$	
»D«					»E«				

Abb. 14. Zahl der Abgelegten Eier pro Weibchen der zweiten Generation bis zum Ende des ersten Monats nach dem Schlüpfen, in den Versuchen »D« und »E« (Erklärung siehe bei Abb. 3)

Die überwiegende Mehrzahl der Larven der I. Generation entwickelt sich während der Zeit der längsten Tage im Juni. Der Reifungsfrass der Jungkäfer fällt schon in die Zeit der sich verkürzenden Tage (zweite Hälfte Juli, erste Hälfte August). Es ist noch zu bemerken, dass die Nächte in der zweiten Hälfte Juli und im August schon verhältnismässig kühl sein können, so dass mit einer Verkürzung des »physiologischen Tages« zu rechnen ist (z. B. lag in der Umgebung von Keszthely das nächtliche Minimum zwischen 15. Juli und 31. August 1953 an 12 Tagen, 1954 an 11 Tagen unter $+12^{\circ}$ C). Dieser Umstand erklärt völlig die zeitige Diapause der überwiegenden Mehrzahl der Käfer der I. Generation, hauptsächlich ab Anfang August.

Die Feststellung, wonach von den bei kurzer Beleuchtungsdauer gehaltenen Käfer diejenigen am meisten Eier legten, welche während der Larvenentwicklung einer langen Beleuchtungsdauer ausgesetzt waren, entspricht der im Freien gemachten Beobachtung, und zwar dass ein Teil der Käfer der I. Generation vor Beginn der Diapause — hauptsächlich Ende Juli und Anfang August — eine kleinere Anzahl Eier ablegt. Die Durchschnittszahl der Eier pro Weibchen ist in diesem Falle immer kleiner als bei den überwinterten Käfern (Jermý und Sáringer, 1954).

Die ohne Eiablage unbedingt eintretende Diapause der Käfer der II. Generation, die ab Ende August ausschlüpfen, ist auf Grund des Erörterten ebenfalls völlig verständlich.

Diese Versuche haben die Richtigkeit einer früheren Behauptung bewiesen, dass die Diapause des Kartoffelkäfers durch Sicherung frischer Nahrung — z. B. durch anlegen von Sommer-Fangstreifen — nicht zu verhindern ist. Diese Feststellung bedeutet aber nicht, dass das alte Kartoffelkraut als auslösender Faktor in der Diapause des Kartoffelkäfers keine Rolle spielen könnte. Grison (1952) konnte aufzeigen, dass die Reproduktionskraft der Käfer in hohem Grade vom Alter der Nährpflanze abhängig ist. Die Eiproduktion der mit altem Kartoffelkraut gefütterten Weibchen war bedeutend geringer als derjenigen, denen junges Laub zu Verfügung stand. Es ist nicht ausgeschlossen, dass analoger Weise das alte Kartoffellaub diapauseauslösend wirkt und die Käfer bei Fütterung mit jungem Laub später die Diapause beginnen, falls bei ihnen durch andere Faktoren (z. B. kurzer Tag) die Diapause nicht induziert wird.

Es ist wahrscheinlich, dass beim Auslösen der Diapause des Kartoffelkäfers wenigstens drei Faktoren von Bedeutung sind:

1. Photoperiode, 2. Qualität der Nahrung, 3. Temperatur.

Wir können annehmen, dass die Diapause rascher eintritt, falls einer der drei Faktoren einen gewissen Schwellenwert überschreitet. In Ungarn wird die Diapause in bedeutendem Masse durch die Photoperiode beeinflusst, da selbst die Beleuchtungsverhältnisse der längsten Tage den Ruhezustand bei allen Individuen nicht aufzuheben vermögen und die Länge des Tages ab Ende Juli schon eine beträchtliche Diapause-Quote zu Folge hat. Daraus geht hervor,

dass in Ungarn weder eine extrem warme Spätsommerwitterung, noch das Sommerpflanzen der Kartoffel ein Massenauftreten der II. Generation verursachen kann. Da der Nahrungsfaktor die Wirkung des kurzen Tages nicht aufheben kann, ist das Verhindern der Diapause und die damit verbundene grössere Mortalität der Käfer der I. Generation mit Anlegen von Sommerfangstreifen nicht zu erreichen.

Hyphantria cunea Drury

Die am 5. September gesammelten Raupen beendeten ihre Entwicklung in den ersten Tagen des Oktober. Im Versuch mit verlängerter täglicher Beleuchtungsdauer (17 Stunden) begann das Schlüpfen der Imagines am 14. Oktober und dauerte bis zum 28. Oktober. Die geschlüpften Falter legten nach der Kopulation normale Eier. Aus den »kurztägigen« Puppen schlüpfte erst im Februar 1955 ein einziger Falter. (Sämtliche nichtausgeschlüpfte Puppen wurden während des Winters im Laboratorium bei Zimmertemperatur aufbewahrt.) Das Endergebnis des Versuches ist in Tab. VI zusammengefasst.

Tabelle VI

Die Rolle der Photoperiode in der Auslösung der Diapause der Hyphantria-Puppen

Beleuchtungsverhältnisse während der Larvenentwicklung	Geschlüpfte	Diapausierende
	Puppen (Stück und Prozent)	
natürliche Beleuchtung (5. 9.—10. 10.)	1 (= 0,7%)	145 (= 99,3%)
natürliche Beleuchtung abends mit künstlichem Licht auf 17 Stunden verlängert	123 (= 97,6%)	3 (= 2,4%)

Nachdem die tägliche Beleuchtungsdauer den einzigen Unterschied bei der Behandlung der zwei Zuchten ausmachte, ist es ohne weiteres als bewiesen zu betrachten, dass die Diapause der Puppen der II. Generation durch den kurzen, herbstlichen Tag induziert wird. Das photoperiodeempfindliche Stadium muss unter den älteren Larvenstadien gesucht werden.

Die Qualität der Nahrung (herbstliches Morus-Laub) spielt bei der Auslösung der Diapause der *Hyphantria* keine Rolle.

Zusammenfassung

In Ungarn beginnt die Mehrzahl der Kartoffelkäfer-Imagines der I. Generation nach Beendigung des Reifungsfrasses, meistens ohne Eiablage, die Diapause. Aus den Literaturangaben über Diapause kann auf das Wesen der in diesem Falle wirkenden Umweltfaktoren kein Schluss gezogen werden. Nach dem durch Fütterung mit jungem Kartoffellaub und durch Sicherung optimaler Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse die Diapause nicht aufgehoben werden kann, war anzunehmen, dass auch beim Kartoffelkäfer die Photoperiode in der Induktion der Diapause eine Rolle spielt.

Es wurden Versuche mit zwei verschiedenen täglichen Beleuchtungsdauern (14 bzw. 17 Stunden) durchgeführt, welche den Beleuchtungsverhältnissen von Mitte Juni bzw. Ende August entsprechen. Auf Grund der Versuchsergebnisse konnte festgestellt werden, dass die Photoperiode das Verhalten der überwinterten Käfer nicht beeinflusst; die während des Reifungsfrasses der Jungkäfer (I. Generation) herrschende kurze Beleuchtungsdauer wirkt jedoch als diapauseauslösender Faktor. Ein kleinerer Teil der Käfer ging auch dann in Diapause, wenn die tägliche Beleuchtungsdauer 17 Stunden erreichte. In einem mit der II. Generation im Monat August analog durchgeführten Versuch hat sich derselbe Einfluss der Photoperiode bemerkbar gemacht, aber in einem weiteren, im Spätherbst (September—Oktober) durchgeführten Versuch gingen auch die bei langer Beleuchtungsdauer gezüchteten Käfer bald in Diapause.

Die Beleuchtungsdauer während der Larvenentwicklung wirkt nicht auf die Diapausebereitschaft der Käfer, doch zeigt sich ein deutlicher Einfluss auf die Vermehrungskraft der Weibchen. Die auf ein Weibchen entfallende Zahl der abgelegten Eier war nämlich in den Versuchsvarianten, in welchen die Tiere sowohl während der Larvenentwicklung als auch im Imagnalstadium einer kurzen täglichen Beleuchtung ausgesetzt waren am geringsten.

Die Beleuchtungsverhältnisse der Nährpflanze beeinflussen weder die Diapausebereitschaft der Käfer noch die Eiproduktion. Die Photoperiode wirkt dem nach direkt auf die Tiere.

Die mit der II. Generation von *Hyphantria cunea* durchgeführten Versuche zeigten, dass die Diapause der Puppen durch die kurze Beleuchtungsdauer der Herbsttage ausgelöst wird und dass die Qualität der Nahrung (herbstliches Morus-Laub) dabei keine Rolle spielt. Das auf die Beleuchtungsverhältnisse ansprechende Entwicklungsstadium ist unter den älteren Raupenstadien (nach L₃) zu suchen.

LITERATUR

1. Andrewartha, N. G.: Diapause in Relation to the Ecology of Insects. Biol. Rev. 27, 1, p. 50—107. 1952.
2. Андрианова, Н. С. Влияние света на рост и развитие губового шелкопряда. — Сб. «Культура губового шелкопряда в СССР.» Сельхозгиз, p. 38—47. (1948):
3. Balachovsky, A.—Mesnil, L.: *Chrysomela Decemlineata* in: Les Insectes Nuisibles aux Plantes Cultivées. Vol. II. pp. 1289—1303. 1936.
4. Baker, F. C.: The Effect of Photoperiodism on Resting Treepole Mosquito Larvae. — Canad. Entomol. 67. (7) 1935, p. 149—153. 1935.
5. Бондаренко, Н. В.: Влияние укороченного дня на годичный цикл развития обыкновенного паутинного клещика. — ДНА СССР, 70, 6, p. 1077—1080. 1950. — Ref.: RAE 40, 1952, q 127.
6. Breitenbecher, J. K.: The Relation of Water to the Behaviour of the Potato Beetle in a Desert. — Carnegie Inst. Publ. 427. 1918.
7. Эмме, А. М.: Некоторые вопросы теории диапаузы насекомых. — Успехи современной биологии, XXXV, № 3, p. 395—424. (1953).
8. Данилевский, А. С.: Фотопериодическая реакция насекомых в условиях искусственного освещения. ДАН. СССР 60, 3, p. 481—484. (1948).
9. Данилевский, А. С. — Глиняная, Е. М.: О влиянии соотношения темных и светлых периодов суток на развитие насекомых. — ДАН. СССР, 68, 4, p. 785—788 (1949).
10. Данилевский, А. С. — Глиняная, Е. М.: О влиянии ритма освещения и температуры на возникновение диапаузы у насекомых. — ДАН СССР 71, 5, p. 963—966 (1951).
11. Dickson, R. C.: Factors Governing the Induction of Diapause in the Oriental Fruit Moth *Laspeyresia molesta*. — Ann. Ent. Soc. Amer. 1949. 42, p. 511—537. — Ref.: RAE 39, 1951, p. 441.
12. Dickson, R. C.—Sanders, E. I.: Factors Inducing Diapause in the Oriental Fruit Moth. — J. econ. Ent. 38, 5, p. 605—606. 1945.
13. Faber, W.: Biologische Untersuchungen zur Diapause des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) — Pflanzenschutzberichte III. H. 5/6, p. 65—94. 1949.
14. Fink, D. E.: Physiological Studies on Hibernation in the Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. — Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. t. XIX. no. 5. 1925.
15. Геиниц, К. Ф.: Свет как фактор, регулирующий развитие соснового шелкопряда *Dendrolimus pini* L. — ДАН СССР, 68, 4, p. 781—784. 1949. — Ref.: RAE 40, 1952, p. 56.
16. Grison, P.: Remarques sur des phénomènes de diapause vrai observés au stade imaginal chez le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say). — C. R. Acad. Sci. 218, p. 342—344. 1944.

17. Grison, P.: Relations entre l'état physiologique de la plante hôte, *Solanum tuberosum* et la fécondité du Doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* Say. — Trans. IX. Int. Cong. Ent. Amsterdam, Vol. I. p. 331—337. 1952.
18. Jermy, T.—Sáringer, Gy.: Újabb eredmények a burgonyabogár kutatás terén (Neue Ergebnisse in der Kartoffelkäferforschung). — A Növényvédelem időszerű kérdései, Nr. 3. p. 1—14. 1954.
19. Kogure, M.: The Influence of Light and Temperature on Certain Characters of the Silk Worm. — Kynshu Imp. Univ. Dep. Agric. Journ. 4, p. 1—93. 1933.
20. Комарова, О. С.: Причины, вызывающие диапаузу гроздовой листовертки (*Polychosis botrana* Schiff.). — ДАН СССР 68, 4, p. 789—792. (1949) — Ref.: RAE, 40, p. 57..
21. Lees, A. D.: The Physiology of Diapause. — Sc. progress (London) 38, 152, p. 735—742. 1950.
22. Miller, L. W.: Factors Influencing Diapause in the European Red Mite. — Nature. 166, 4229, 875. 1950.
23. Nagy, B.—Reichart, G.—Ubrizsy, G.: Az amerikai fehér szövőlepké (*Hyphantria cunea* Drury) Magyarországon (Der amerikanische weisse Bärenspinner [*Hyphantria cunea* Drury] in Ungarn). Növényvédelmi Kutató Intézet kiadványai, Nr. 1. 72 pp. 1953.
24. Sabrosky, C.—Larson, J.—Nabours, R.: Experiments with Light Upon Reproduction, Growth and Diapause in Grouse Locust (*Acrididae*, *Tetriginae*). — Trans. Kansas Acad. Science. 36. p. 298—300. 1933.
25. Smith, C. N.—Cole, M.: Effect of Length of Day on the Activity and Hibernation of the American Dog Tick *Dermacentor variabilis* (Say), (*Acarina*: *Ixodidae*). — Ann. Ent. Soc. Amer. 34, 2, p. 426—431. 1941.
26. Trouvelot, B.: Le Doryphore de pomme de terre en Amérique du Nord. — Ann. Épiphyt. 1936. N. S. I, 1934/35, p. 277—336.
27. Way, M. G.—Hopkins, B. A.: The Influence of Photoperiod and Temperature on the Induction of Diapause in *Diatraea oleracea* L. — J. Exp. Biol. 37, 3—4, p. 365—376. 1950. — Ref.: RAE. 40, 1952, p. 400.
28. Way, M. G.—Hopkins, B.—Smith, P. M.: Photoperiodism and Diapause in Insects. Nature, 164, 4171, 615. 1949.
29. de Wilde, J.: Aspect of Diapause in Adult Insects with Special Regard to the Colorado Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say. — Arch. neerland. Zoologie, X, 41- Livr. p. 375—385. 1954.

РОЛЬ ФОТОПЕРИОДА В ВЫЗОВЕ ДИАПАУЗЫ У КОЛОРАДСКОГО ЖУКА
(*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY) И У АМЕРИКАНСКОЙ БЕЛОЙ ВАБОЧКИ
(*HYPHANTRIA CUNEA* DRURY)

Т. ЕРМИ, ДЬ. ШАРИНГЕР

Резюме

В Венгрии преобладающая часть имаго первого поколения колорадского жука по окончании дополнительного питания уходит — в большинстве случаев без яйцекладки — в диапаузу. Из относящихся сюда литературных данных нельзя сделать заключений о характере факторов среды, вызывающих диапаузу. Ввиду того, что кормлением молодыми листьями картофеля и оптимальной температурой не удалось препятствовать возникновению диапаузы, то создалось представление, что в индуцировании состояния покоя имеет роль фотопериод.

На основании выращивания при ежедневном освещении в течение 14 или же 17 часов перезимовавших жуков и их потомков, можно было установить, что фотопериод не влияет на деятельность перезимовавших жуков, но короткое дневное освещение во время дополнительного питания жуков первого поколения индуцирует у них диапаузу. Часть жуков первого поколения уходит в диапаузу даже при 17- часовом освещении, следовательно, для полного устранения состояния покоя необходима, по всей вероятности, продолжительность освещения свыше 17 часов.

В опытах, проведенных с жуками второго поколения в течение августа, проявлялось задерживающее действие длительного дня; однако, в сентябрьских опытах такое действие не проявлялось.

Длительность дня, господствующая во время личиночной стадии, не влияет на уход жуков в диапаузу, но оказывает влияние на их яйцекладку: число яиц, относящееся к одной самке, было меньше всего у тех вариантов, у которых, как в личиночной стадии, так и в стадии взрослого насекомого, дни были коротки.

Освещение питающих растений в течение короткого или длинного дня не имеет влияния ни на продукцию яиц, ни на вызов диапаузы. Условия освещения влияют, по всей вероятности, непосредственно на насекомое, а не путем растения, которым оно питается.

Проведенные с гусеницами второго поколения *Hyphantria* (начиная с III. личиночного возраста) опыты показали, что диапауза личинок индуцируется исключительно короткими днями, а качество корма (осенние листья шелковицы) не играет роли в вызове диапаузы. Восприимчивого к фотопериоду возраста следует искать среди личинок старше третьего возраста.

THE PHOTOPERIOD AS FACTOR INDUCING DIAPAUSE IN THE COLORADO BEETLE (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY) AND IN THE FALL WEBWORM (*HYPHANTRIA CUNEA* DRURY)

By

T. JERMY and GY. SÁRINGER

Summary

In Hungary, after finishing maturative nutrition, most of the adults of the first generation of potato beetle go into diapause, usually without laying eggs. The data available in the literature do not permit of any conclusions as to the essential nature of the environmental factors responsible for this phenomenon. Since feeding on young potato leaves and optimal conditions of temperature failed to prevent the diapause, it was obvious that it must be the photoperiod which plays a part in inducing the resting stage.

A daily illumination of 14 or 17 hours of overwintered beetles and their progeny was found to exert no influence on the activity of the former, while short days during the maturative nutrition of the first generation did induce diapause. Since daily illumination of 17 hours failed to prevent diapause in at least a part of the first generation, the period of illumination required for a complete elimination of the resting stage must be more than 17 hours.

Experiments with beetles of the second generation, carried out in August, established the inhibitory effect of long days, while no such effect was observed in the experiments performed in September.

The length of the day during the larval stage has no influence on the diapause, but it does affect the production of eggs, since the average number of eggs laid by a single female was the lowest in variants with short daylight for both larval and adult stage.

Whether the nutritive plant is exposed to daylight of longer or shorter duration is indifferent as a factor in inducing diapause or as a factor in influencing the production of eggs. It is probable that conditions of illumination influence the animals directly and not through the nutritive plant.

Experiments with caterpillars of the second generation of *Hyphantria* (beginning with the third instar) showed that pupal diapause was induced by short days alone, and that the quality of food (autumnale leaves of mulberry tree) had no part in effecting it. It appears that the instar sensitive to the photoperiod must be represented by one or other after the third one.

DER EINFLUSS VON VITAMIN B₁₂ AUF DIE EIER- PRODUKTION UND BRUTFÄHIGKEIT

Von

L. KÁLLAI, B. AROS, F. BISZKUP und U. P. KRALOVÁNSZKY

TIERPHYSIOLOGISCHE ABTEILUNG DES FORSCHUNGSINSTITUTES FÜR TIERZUCHT,
HISTOLOGISCHES INSTITUT DER UNIVERSITÄT FÜR MEDIZIN ZU BUDAPEST UND
DAS VERSUCHSGUT ZU MAGYARÓVÁR

(Eingegangen am 4. August 1954)

Auf Grund von Untersuchungen der letzten Jahre kann ein immer klareres Bild über die Einflüsse und den Wirkungsmechanismus des Vitamins B₁₂ gebildet werden: seine Hauptfunktion liegt im Eiweissstoffwechsel. Da die grösste Eiweissmenge im Organismus zur Bildung von rotem Blutkörperchen notwendig ist, äussert sich der Mangel an Vitamin B₁₂ begreiflicherweise in erster Reihe in der Störung der Hämopoëse. Auch hier ist daher die Störung der Bildung von Kerneiweissstoffen der primäre biochemische Defekt. Wenn also zu jeder Eiweiss-Synthese Vitamin B₁₂ benötigt wird, kann der Vorrat an Vitamin B₁₂ des Organismus durch jede grössere Zellproduktion, wie Blut- und Muskeleiweissbildung, Entwicklung der Befiederung, Vorgänge bei der Produktion des Eies und Ausbildung des Fötus usw. erschöpft werden. In der einheimischen Fütterungspraxis genügt das in den natürlichen Futtermitteln verabreichte Kobalamin im allgemeinen nicht einmal zur Deckung des Bedarfes bei ausgewachsenen Tieren; noch häufiger kommt ein Mangel an Vitamin B₁₂ bei wachsenden und sich fortpflanzenden Tieren vor: die Eierproduktion und Brutfähigkeit sinkt, die Widerstandsfähigkeit und Entwicklungsenergie der Nachkommen lässt nach.

In einer früheren Abhandlung [14] befassten wir uns bereits mit der Wirkung, die unser Kobalaminhaltiges Präparat (»Vitagen«) auf die Entwicklung von Jungtieren ausübt. In der vorliegenden Mitteilung werden jene Versuche besprochen, bei denen die Veränderungen in der Brutfähigkeit und Eierproduktion untersucht wurden.

Die Wirkung von Vitamin B₁₂ auf die Eierproduktion

Laut Fachmitteilungen verbesserte sich die Eierproduktion der mit pflanzlichem Eiweiss gefütterten Tiere infolge Verabreichung von Vitamin B₁₂ ([29]; die Eierproduktion verbessert sich bereits durch die Verabreichung von $1,10^{-6}$ g (= 1 mmg = 1 gamma) Vitamin B₁₂ pro Futterkilogramm [27], eine wesentliche Steigerung tritt aber erst ein, wenn das Futter $10,10^{-6}$ g oder mehr Vitamin B₁₂ enthält [17]. (Bei der Bezeichnung der Masseinheiten wird

der negative Potentialexponent deshalb benützt, damit auch der Begriff von kleineren als Mikrogramm ausmachenden Einheiten einheitlich und leicht verständlich sei.) Fehlt Vitamin B₁₂ in der Futtermischung, sinkt die Eierproduktion [21].

Es wurden zahlreiche Laboratoriums- und Betriebs-Versuche angestellt, um die Eierproduktion unter einheimischen Verhältnissen zu untersuchen. In Bábolna und Magyaróvár wurde unter grossbetrieblichen Bedingungen kobalaminhaltiges Präparat an mehrere hundert Legehennen verfüttert und eine gewisse Verbesserung in der Eierproduktion festgestellt. Diese Beobachtungen bezogen sich aber nicht auf die ganze Legezeit, deshalb verzichteten wir auf datenmässige Mitteilungen dieser Ergebnisse. Bei anderen Versuchen wurde Kobalamin an Enten und Gänsen während der ganzen Legezeit verfüttert. Bei diesen Untersuchungen — auf der Sükösder Wassergeflügel-Station — wurden die Tiere familienweise gesondert behandelt. Jeder Familie wurde auf vier Legern ein Gänserich bzw. Enterich zugeteilt. Es wurde zu der in diesem Wassergeflügel-Betrieb gebräuchlichen Futtermischung pro kg Futter 25.10⁻⁶ g Kobalamin zugesetzt.

Tabelle 1

Wirkung des den Legeenten verabreichten Vitamins B₁₂ auf die Eierproduktion

	Versuchstiere	Kontrolltiere	Zusammensetzung des Futters
Dauer der Untersuchung ...	6. 1.—3. 5. 1954		
Zahl der Tiere	30 und 120	30 und 120	35% Mais
Zahl der Familien	30	30	21% Kleie
Gesamtzahl der Eier	4 245 St.	4 049 St.	12% Sonnenblumen- kuchen
Eierzahl einer Familie :			
<i>M</i>	141,83 St.	135,16 St.	5% Fleischmehl
<i>σ</i>	± 13,89	± 17,32	12% Mohrrüben
<i>v</i>	9,793	12,814	12% Futterrübe
<i>Gm</i>	134,228— 149,438	125,674— 141,646	3% Futur und Kochsalz

Laut Daten der Tab. 1 legten während der ganzen Legezeit die Versuchsleger 141,83 Eier pro Familie, die Kontrolleger dagegen 135,16. Bei den biometrischen Berechnungen der Produktionsdaten von 60 untersuchten Familien stellte sich nicht nur heraus, dass die Versuchsleger durchschnittlich mehr Eier legen, sondern dass auch, die Streuung, der Variationskoeffizient und die durchschnittliche Abweichung bei den Versuchstieren günstiger ausfällt.

Die Ergebnisse der mit Gänsen unter ähnlichen Bedingungen — bei derselben Futtermischung und Ration — unternommenen Untersuchungen werden

Tabelle 2

Wirkung des den Legegänsen verabreichtem Vitamins B₁₂ auf die Eierproduktion

	Versuchstiere	Kontrolltiere	Zusammensetzung des Futters
Dauer der Untersuchung	28.1.—9.4. 1954		
Zahl der Tiere	80 und 20	80 und 20	36% Mais
Zahl der Familien	20	20	15% Gerste
Gesamtzahl der gelegten Eier	669 St.	581 St.	30% Kleie
Eierzahl einer Familie :			
<i>M</i>	33,25 St.	28,25 St.	16% Rübe
<i>σ</i>	± 5,0925	± 6,3470	3% Futor und Kochsalz
<i>v</i>	15,31	22,46	
<i>Gm</i>	29,836—36,664	23,993—32,507	

in Tab. 2 mitgeteilt. Während der Legezeit legten die Versuchsleger pro Familie 33,25, die Kontroller 28,25 Eier. Die Wirkung von Vitamin B₁₂ war also bei der Eierproduktion der Gänse prozentuell günstiger als bei den Enten. Es muss aber bemerkt werden, dass Eiweiss tierischen Ursprunges dem Futter der Legegänse den Gepflogenheiten des Betriebes gemäss nicht beigemischt wurde. Aus den Daten ist ersichtlich, dass die Variationszahlen auch bei diesem Versuch in der Versuchsgruppe günstiger sind. Dies bedeutet, dass sich vornehmlich die unterdurchschnittlichen Produktionsergebnisse durch die Wirkung von Kobalamin verbesserten.

Aus den obigen Daten und praktischen Erfahrungen ist ersichtlich, dass die Verabreichung von Vitamin B₁₂ unter üblichen grossbetrieblichen Behandlungen und Fütterungsverhältnissen bereits in der Eierproduktion nützliche Ergebnisse bringt.

Die Wirkung von Vitamin B₁₂ auf die Brutfähigkeit

Die Fachliteratur verweist nicht nur auf die Steigerung der Eierproduktion, sondern auch den Umstand, dass die Brutfähigkeit der Eier infolge B₁₂ Hypo- oder A-vitaminose sinkt. Nach Mitteilungen von Yacowitz und Mitarbeiter ist der Vitamin B₁₂-Bedarf des Embryos, normales Ausbrüten vorausgesetzt, $2,5 \cdot 10^{-9}$ g pro g Eidotter. Laut einer anderen Mitteilung ist der Vitamingehalt der von derselben Henne stammenden Eier bedeutenden Schwankungen ausgesetzt : pro g Eidotter 2,80 bis $15,65 \cdot 10^{-9}$ [18]. Anderen Daten zufolge verbesserten sich die Brutergebnisse von schlecht brutfähigen Eiern bereits dank einer Injektion von 0,5 bis $1,25 \cdot 10^{-9}$ g Vitamin B₁₂ [16].

Um grundsätzlich zu beweisen, dass die Brutfähigkeit der Eier mit ihrem Gehalt an Vitamin B₁₂ eng verknüpft ist, wurde in einem Versuch Vitamin B₁₂ laut der Methode von Lillie und Mitarbeiter in Eier injiziert. In den zweiten 24 Stunden der Brut wurden abweichende Mengen Kobalamin in das Eidotter bzw. in das Eiweiss der Versuchseier injiziert. Die Wirkung dieser Injektion auf die Brutergebnisse und auf die Entwicklung der Embryonen wird in Tab. 3 demonstriert.

Tabelle 3

Veränderung der Brutfähigkeit unter der Wirkung durch in Eier injiziertes Vitamin B₁₂

Gruppe	Dosierung	Zahl der eingelegten Eier (St. und %)	Von den eingelegten Eiern unfruchtbar	Tot bei der I. und II. Durch- leuchtung	Beim Ausschlupf erstickt	Lebend	Geburtsgewicht der Tiere beim Ausschlupf	
							g	%
1.	1 mmg Vitamin B ₁₂ in den Dotter	39 100%	3 7,7%	14 35,8%	3 7,7%	19 48,8%	40,4	105,2
2.	5 mmg Vitamin B ₁₂ in den Dotter	39 100%	2 5,1%	6 15,4%	4 10,3%	27 69,2%	41,1	107,0
3.	10 mmg Vitamin B ₁₂ in den Dotter	39 100%	5 12,9%	9 23,1%	7 17,9%	18 46,1%	40,5	105,4
4.	5 mmg Vitamin B ₁₂ in das Eiweiss	39 100%	7 17,9%	6 15,4%	5 12,9%	21 53,8%	38,0	98,9
5.	Kontrolle ohne Dosierung	104 100%	16 15,4%	28 26,9%	6 5,8%	54 51,9%	38,4	100,0

Aus den Daten ist einerseits ersichtlich, dass nur das in den Eidotter injizierte Vitamin B₁₂ eine günstige Wirkung auf die Brutfähigkeit ausübt, andererseits aber, dass ca. 5. bis 10.10⁻⁶ g Vitamin B₁₂ pro Ei zur normalen Brut nötig ist. Es muss aber bemerkt werden, dass die injizierte Lösung mit Phenol konserviert wurde; also gelang in die Eier der zweiten Gruppe nicht nur die doppelte Menge Flüssigkeit, sondern auch mehr Phenol, das sicherlich keine günstige Wirkung auf die Embryonen haben konnte. In der Tabelle sind auch die Ausschlupfgewichtsdaten der Küken mitgeteilt, die günstiger bei den Gruppen ausgefallen sind, bei denen das Vitamin B₁₂ in die Eidotter injiziert wurde.

Die Wirkung von Vitamin B₁₂ auf die Fortpflanzungsvorgänge bei Legehennen

Es kann eine unmittelbare Wechselwirkung zwischen dem Vitamin-B₁₂ Gehalt des mütterlichen Futters und dem des Eies angenommen werden. Der Kobalamingehalt der Eier von Hennen, die mit an Vitamin B₁₂ armen Futter

gefüttert wurden, machte $0,60 \cdot 10^{-6}$ aus, demgegenüber war der Kobalamingehalt pro g Eidotter bei Verabreichung von $16,10^{-6}$ g Vitamin B₁₂ pro Futterkilogramm $2,1 \cdot 10^{-9}$ g [18]. Fehlt also das Vitamin B₁₂ im Futter, vermindert sich allmählich der Kobalamingehalt und gleichzeitig die Fruchtbarkeit der Eier [19, 21, 24, 32] bzw. erhöht sich der Mortalitätsprozent [34]. Enthält das Futter längere Zeit nicht genügend Vitamin B₁₂, werden die verminderten Brutergebnisse bereits durch eine Ration von $1,10^{-6}$ g Kobalamin pro Futterkilogramm verbessert. [17]. Laut Mitteilungen anderer Autoren muss dagegen 2. bis $4 \cdot 10^{-6}$ g Vitamin B₁₂ verabreicht werden, um zufriedenstellende Ergebnisse erreichen zu können [4, 24, 27]. — Ist im Ei nicht genügend Vitamin B₁₂ vorhanden wirkt sich dieser Umstand nicht nur auf die Brutfähigkeit, sondern auch auf die Wachstumsfähigkeit der ausgebrüteten Küken und auf die Entwicklung der Embryonen aus [18, 19, 26]. Das mit dem Futter der Hennen verabreichte Vitamin B₁₂ wird von den Nachkommen besser ausgenutzt als das unmittelbar gegebene [18]. Eine gute Entwicklung der Küken kann schon dadurch gesichert werden, dass die Hennen $8,10^{-6}$ g oder mehr Vitamin B₁₂ zu ihrer Tagesration erhalten, Erhielten dagegen die Hennen vorher kein Vitamin B₁₂, entwickelten sich die Küken erst bei Verabreichung von $27 \cdot 10^{-6}$ g zufriedenstellend [19]. Es konnte also dann ein bedeutender Kobalaminbedarf festgestellt werden, wenn Küken aus Eiern von an B₁₂ Avitaminose leidenden Hennen ausgebrütet wurden [15].

Es wurden auch Untersuchungen angestellt, um festzustellen, welche Wirkung auf die Brutfähigkeit der Legehennen die verabreichte kobalaminhaltige Präparat beim hier übliche durchschnittlichen Fütterungsniveau ausübt. Auf der Geflügel-Versuchsstation zu Magyaróvár wurde das Futter von inngezüchteten Hühnern pro kg mit $25 \cdot 10^{-6}$ g Kobalamin ergänzt. Die während der Versuchszeit gelegten 515 Versuchs- und 997 Kontrolleier wurden fortlaufend, insgesamt in elf Fällen ausgebrütet. Die erhaltenen Brutdaten wurden zwecks leichterer Orientierung und besserer Vergleichbarkeit in Prozenten ausgedrückt, die in Tab. 4 mitgeteilt werden.

Es kann an Hand der prozentualen Untersuchungswerte festgestellt werden, dass die Ergänzung des Futters der Muttertiere mit Vitamin B₁₂ günstig auf die Brutergebnisse wirkt: Unfruchtbarkeit, Sterblichkeit, Erstickung und Lebensunfähigkeit der Embryonen der Versuchstiere war prozentual kleiner als die der Kontrolltiere. Demzufolge wurden von den Versuchshühnern 80,66% und von den Kontrolleiern nur 70,44% ausgebrütet. Während der ungefähr zwei Monate dauernden Brutzeit konnten also die Brutergebnisse unter der Wirkung des an die Hennen verabreichten Vitamin B₁₂ um mehr als 10% gesteigert werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Vitamin B₁₂ eine günstige Wirkung auf die Eierproduktion und auf die Brutfähigkeit ausübt. Während der vorliegenden Untersuchungen wurde bei einer üblichen einheimi-

Tabelle 4
Veränderung der Brutergebnisse durch Verabreichung von Kobalamin an Hühner

Nummer des Brütens	Zeitpunkt des Einlegens und Ausschlupfs	Ausgerütete Eier		von den eingelegten Eiern						Bei Schlüpfen					
				unfruchtbar		tot bei I. Durchleuchtung II.				erstickt		lebensunfähig		lebensfähig	
		V.	K.	V.	K.	V.	K.	V.	K.	V.	K.	V.	K.	V.	K.
5.	19. 3.—10. 4.	100	100	8,9	3,3	2,2	3,3	2,2	3,7	8,9	9,9	2,2	—	75,6	79,8
6.	26. 3.—17. 4.	100	100	2,6	5,8	—	0,6	—	1,3	7,9	12,2	—	0,6	89,5	79,5
7.	2. 4.—24. 4.	100	100	2,2	7,6	6,5	3,3	2,2	2,8	13,0	17,0	—	4,4	76,1	64,9
8.	4. 4.—26. 4.	100	100	—	4,2	1,5	4,4	1,5	1,1	18,2	19,5	1,5	1,4	77,3	69,4
9.	9. 4.—1. 5.	100	100	—	4,8	6,8	2,3	—	3,5	18,2	11,9	—	1,1	75,0	76,4
10.	16. 4.—8. 5.	100	100	3,0	1,9	4,5	1,9	—	4,3	7,6	20,0	—	1,5	84,9	70,4
11.	23. 4.—15. 5.	100	100	—	1,2	2,9	3,9	1,4	7,7	8,6	14,2	2,9	1,4	85,6	71,6
12.	30. 4.—22. 5.	100	100	10,0	4,9	2,9	6,6	3,6	1,0	8,6	12,3	1,4	—	75,7	75,2
13.	4. 5.—26. 5.	100	100	3,6	5,0	—	3,6	—	6,4	14,2	28,9	—	1,8	78,6	54,3
14.	7. 5.—29. 5.	100	100	2,9	4,5	2,9	2,9	—	—	5,6	30,1	2,9	1,4	85,7	61,1
15.	14. 5.—5. 6.	100	100	2,4	6,1	—	4,7	—	1,1	11,9	9,9	2,4	5,6	83,3	72,6
Proz. Durchschn. Erg. von 11 Bruten		100	100	3,23	4,48	2,74	3,40	0,99	2,99	11,15	16,90	1,20	1,74	80,66	70,47
Durchschnitt auf Grund der Eierzahl		100	100	3,5	5,2	2,9	3,5	1,0	3,0	11,2	16,6	1,2	1,5	80,2	70,2

schen Fütterung sowohl in der Eierproduktion als auch in der Brutfähigkeit der Eier ein Mehrertrag von ungefähr 10% erhalten. Die Ergebnisse beweisen, dass das Kobalamin nicht nur bei der Aufzucht und Mast des Geflügels, sondern auch in der Geflügelzucht, bei der Steigerung der Eierproduktion und auch bei der Verbesserung der Eintagskükenproduktion eine entscheidene Rolle spielt.

Zusammenfassung

Es wurde von den Verfassern die Wirkung des einheimischen kobalaminhaltigen Präparates («Vitagen») auf die Eierproduktion von in grossbetrieblichen Verhältnissen gehaltenen Gänsen und Enten untersucht. Ausser der Erhöhung der während der Legezeit gelegten Eierzahl wurde auch die günstigere Gestaltung der Variationszahlen beobachtet. — Die unmittelbare Wirkung des Vitamin B₁₂ auf die Brutfähigkeit wurde auch durch die erzielten Brutergebnisse der mit Kobalaminlösung injizierten Hühnereier bewiesen. Es konnte auch festgestellt werden, dass einerseits nur das in den Eidotter injizierte Vitamin B₁₂ wirkungsvoll ist, dass aber anderseits 5—10 Mikrogramm Vitamin B₁₂ zur Erreichung der erwünschten Brutergebnisse notwendig ist. Es wurde die Übertragung des Vitamin B₁₂ beim durchschnittlichen einheimischen Fütterungsniveau untersucht: es zeigte sich, dass im Durchschnitt bei elf Bruten 25 Mikrogramm Kobalamin pro Futterkilogramm genügte, um die Brutergebnisse um ungefähr 10% steigern.

LITERATUR

1. Berg, L. R., Barse, G. E., McGinnis, J., McLary, C. F.: Poultry Sci. 1952. 31. 488—496.
2. Black, D. J. G., Getty, J., Coates, M. E., Harrison, G. F., Kon, S. K.: Biochem. J. 1950. 46. viii.
3. Carlson, C. W., Miller, R. F., Peeler, H. T., Norris, L. C., Heuser, G. F.: Poultry Sci. 1949. 28. 750.
4. Carver, J. S., McGinnis, J.: Poultry Sci. 1950. 29. 307—309.
5. Carver, J. S., McGinnis, J.: Poultry Sci. 1950. 29. 752.
6. Coates, M. E., Harrison, G. F., Kon, S. K.: Biochem. J. 1950. 46. vii—viii.
7. Couch, C. R.: Worlds Poultry Sci. 1952. 2. 150.
8. Combs, G. F., Carlson, C. W., Miller, R. F., Peeler, H. T., Norris, L. C., Heuse, G. F.: J. Biol. Chem. 1950. 182. 727.
9. Denton, C. A., Kellog, W. L., Lillie, R. J., Sizemore, J. R., Bird, H. R.: Federation Proc. 1953. 12. 412.
10. Dietrich, L. S., Nichol, C. A., Monson, W. J., Elvehjem, C. A.: J. Biol. Chem. 1949. 181. 915.
11. Fangauf, K. W.: Deutsch. Wirtschaftfl. 1951. 484—485.
12. Halick, J. V., Reid, B. L., Brown, C. L., Couch, J. R.: J. Nutrition, 1953. 50. 331—340.
13. Johnson, E. L.: Poultry Sci. 1954. 33. 100—107.
14. Kállai, L., Kralovánszky U. P.: Állattenyésztés, 1954. 3. 79—88.
15. Lester Smith, E.: Nutr. Abstr. a. Rev. 1951. 4. 795—809.
16. Lillie, R. J., Olsen, M. W., Bird, H. R.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1949. 72. 598—602.
17. Mariakulandai, A., McGinnis, J.: Poultry Sci. 1953. 32. 3—7.
18. Milligan, J. L., Anscott, G. H., Combs, G. F.: Poultry Sci. 1952. 31. 595—603 und 837.
19. Milligan, J. L., Combs, G. F.: Poultry Sci. 1950. 29. 772.
20. Olcese, O., Couch, J. R.: Poultry Sci. 1950. 29. 612—614.
21. Olcese, O., Couch, J. R., Lyman, C. M.: J. Nutrition, 1950. 41. 73—87.
22. Olcese, O., Couch, J. R., Quisenberry, J. H., Pearson, P. B.: J. Nutrition, 1950. 41. 523—431.
23. O'Neil, J. B.: Poultry Sci. 1952. 31. 764—768.
24. Peeler, H. X., Miller, R. F., Carlson, C. W., Norris, L. C., Heuser, G. F.: Poultry Sci. 1951. 30. 11—17.
25. Petersen, A. C., Wiese, R. W., Dahlstrom, R. V., Lampman, C. E.: Poultry Sci. 1952. 31. 129—132.
26. Petersen, C. F., Wiese, A. C., Lampman, C. E., Dahlstrom, R. V.: Poultry Sci. 1950. 29. 618—619.

27. Petersen, C. F., Wiese, A. C., Milne, G. E., Lampman, C. E. : Poultry Sci. 1953. 32. 535—542.
28. Singsen, E. P., Mattern, L. D. : Poultry Sci. 1950. 29. 468.
29. Skinner, J. L., Quisenberry, J. H. : Poultry Sci. 1950. 29. 780.
30. Skinner, J. L., Quisenberry, J. H. : Poultry Sci. 1951. 30. 319—324.
31. Sunde, M. L., Halpin, J. G., Cravens, W. E. : Poultry Sci. 1952. 31. 617—620.
32. Войнар, А. О. : Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. Москва 1953, 137—180.
33. Welch, B. E., Couch, J. R. : Federation Proc. 1953. 12. 433.
34. Wiese, R. W., Petersen, A. C., Dahlstrom, R. V., Lampman, C. E. : Poultry Sci. 1952. 31. 851—854.
35. Yacowitz, H., Miller, R. F., Norris, L. C., Heuser, G. F. : Poultry Sci. 1952. 31. 89—94.

РОЛЬ ВИТАМИНА В₁₂ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЯИЦ И В ИХ ВЫВОДИМОСТИ

Л. КАЛЛАИ, Б. АРОШ, Ф. БИСКУП и У. П. КРАЛОВАНСКИ

Резюме

Авторами было исследовано в производственных опытах действие венгерского препарата, содержащего кобаламин, т. е. кристаллического витамина В₁₂, на яйценоскость уток и гусей, как и на выводимость куриных яиц. Было исследовано также и действие впрысканного в яйцо кобаламина на выводимость куриных яиц и на развитие эмбрионов.

Авторы наблюдали, что в период яйцекладки яйценоскость уток и гусей повышается под действием содержащего витамин В₁₂ препарата, и что вариационные же числа получаются более благоприятными. Из данных авторов выявляется, что под действием дозированных по килограммам корма 25 микрограммов витамина В₁₂ повышались, главным образом, результаты производства яиц у домашних птиц, яйценоскость которых была ниже средних величин.

Непосредственное действие кобаламина на выводимость доказано авторами на основе результатов инкубации куриных яиц, получивших инъекцию раствора кристаллического витамина В₁₂. Они установили, во-первых, что эффективен лишь впрысканный в желток витамин В₁₂, а во-вторых, что для достижения желанных результатов инкубации на каждое яйцо необходимо 5—10 микрограммов витамина В₁₂. Из куриных яиц, получивших в желток дозу витамина В₁₂, вылупились цыплята, вес которых был на 5—7% больше веса контрольных.

Авторы исследовали у желтых венгерских кур, содержащихся на среднем венгерском рационе, перенос витамина В₁₂ из организма кур в яйцо. Дозировкой несушкам на килограмм корма 25 микрограммов кобаламина авторам удалось в один инкубационный период, согласно средним величинам 11 инкубаций, уменьшением бесплодия, числа омерщвлений и числа задохликов, далее повышением жизнеспособности цыплят повысить результаты инкубации приблизительно на 10%.

Результаты авторов указывают на то, что кобаламин может играть решающую роль не только в выращивании и откорме домашних птиц, но и в их разведении, в производстве яиц и в повышении продукции суточных цыплят.

VITAMIN В₁₂ IN EGG PRODUCTION AND HATCHABILITY

By

L. KÁLLAI, B. AROS, F. BISZKUP and U. P. KRALOVÁNSZKY

Summary

Experiments on an industrial scale were undertaken to determine the effect of cobalamine preparations and crystalline В₁₂ vitamin, respectively, on the production of duck and goose eggs, as also on the hatchability of hen's eggs. It was also examined how injections of cobalamine into hen's eggs influence incubation and embryonic development.

It was found that preparations containing vitamin В₁₂ provoked a rise in the egg output of ducks and geese, and led to more favourable variational numbers. The data furnished

by the authors prove that, especially if it was below the average, the output of eggs increased upon the action of 25 μ g of vitamin B₁₂ per kg of feed.

The direct effect of cobalamine upon hatchability was demonstrated by the results obtained with hen's eggs into which a solution of crystalline vitamin B₁₂ was injected. It was found that vitamin B₁₂ was only effective if injected into the yolk and that minimum doses of 5 to 10 μ g per egg were required to bring about the desired results. The weight of chicks hatched from eggs with vitamin B₁₂ injected into the yolk was from 5 to 7% above the average.

The transfer of vitamin B₁₂ from hen to egg was studied in Hungarian yellow hens fed the customary Hungarian standard. Referred to an average of 11 hatchings in a season, doses of 25 μ g of cobalamine per kg of feed administered to layers were found to increase by approximately 10% the number of hatched chickens, due to reduced sterility, a lower death rate, and a lower number of addle eggs, as also to intensified viability.

The experiments seem to furnish evidence that cobalamine may become a decisive factor not only in breeding, raising, and cramming domestic fowl, but also in the production of eggs and in rearing baby chicks.

CONTRIBUTION TO THE ECONOMIC, BIOLOGICAL AND ZOOTECHNICAL PROBLEMS OF COMMERCIAL CROSSING WITH SPECIAL REFERENCE TO THE RESULTS OF RESEARCH WORK IN HUNGARY

By
A. HORN

UNIVERSITY OF AGRICULTURE, GÖDÖLLŐ

(Received January 14, 1955)

For thousands of years more or less systematical work has been carried on with a view to creating breeds of higher productivity. Particularly beginning from the 18th century, the changes in the way of life and the great development of industry and agriculture resulted in growing requirements towards animal husbandry. This was the most important factor responsible for the rapid development, change of types and specialization, which have taken place in the course of the formation of our domestic animals.

Recently extensive research work has been carried on all over the world with a view to discovering, by way of analysing the results attained and the methods applied in animal breeding, the most efficient breeding methods, as well as to studying the conditions of their application. According to the place of the individuals to be mated with each other, in the zootechnical system, the breeding methods can be divided into two fundamental groups: purebreeding and crossbreeding.

If we examine the trends in purebreeding and crossbreeding in the past few decades, we can observe, on one hand, clear-cut differentiations in several relations and, on the other hand, different attitudes prevailing especially in crossbreeding.

Besides crossbreeding procedures used for different purposes and known for a long time as back crossing, crossing for breed construction etc., different variations of commercial crossing have been applied more and more frequently especially during the last 3 decades.

While, however, the afore-mentioned methods of crossing are being generally used and their significance in the given cases is not being contested, in commercial crossing opinions differ not only in principle but also in its adaptability in different countries to certain species of animals. Although experts generally recognize that crossing improves the majority of the biological characteristics, they do not always consider commercial crossing a procedure worth while following, or realisable in practice. As to the practical adaptation of commercial crossing, the opinion of experts, particularly in the Soviet Union, the USA, and also in England, where they are adherents to a wider extension

of crossing, is opposed to the opinion prevailing in most Western European, and, of late, also in some Central European countries, even in the countries of People's Democracy. According to the evidence given at the International Congress of Animal Husbandry, 1952, particularly the circles of Animal Breeders of the Netherlands, Denmark and Switzerland, have registered really eminent results attained, in the first place, by purebreeding in cattle raising (*W. Engeler, W. de Jong, L. Hanson—Larsen etc.*).

Examining the possibilities and the conditions of commercial crossing, specially its applicability with larger animals, we can establish beyond any doubt that on small farms commercial crossing encounters considerable organisational and other difficulties. Smaller farms, as a rule, do not dispose of own males, and keeping animals belonging to two or more breeds, also meets with difficulties. Rearing stud animals generally falls in the sphere of larger farms, which are better suited for breeding work of high standard. In smaller farms it is hardly avoidable, that crossbred animals, often of eminent productivity, be used for further breeding. This, in turn, leads as a rule to unsystematical and uncontrollable crossbreeding, with all its disadvantages.

Finally the expansion of commercial crossing is not favoured by animal breeders of countries which are to a great extent interested in stock breeding and exporting of animals for breeding purpose. This accounts, to a certain degree at least, for the negative attitude of these countries. Most of the enumerated disadvantages of commercial crossing would not show up in small farms only in case of species crossing of which the progeny is generally sterile (f. i. mule production). On the other hand, mainly where the natural advantages of large farms can be made use of, or where many specialized farms of larger scale are at the disposal of animal breeding, can the possibilities of the practical application and the benefits of a conveniently managed and organized crossbreeding be exploited in the breeding of most species.

Besides the biological advantages of crossing, the above mentioned principles also support the view which — in discussing the breeding methods to be applied in stock and commercial farms of larger scale — recommends purebreeding in stock farms and commercial crossing in commercial farms (T. D. Lysenko). Although this strict distinction between commercial and stock breeding farms cannot be accepted without criticism for all species of animals, purebreeding and crossing are, in this conception, no competitors, but appear as methods complementing each other.

Nevertheless, also under Hungarian conditions, it is, to a certain degree, contestable whether purebreeding or crossing should be practised as an optimal method in household farming. If in household or smaller farms, keeping of cross-bred stock of certain species is motivated — which is favoured by many arguments — still a number of technical and organisational questions will crop up, as f. i. the regulation of keeping and using males of various breeds

with a view to avoiding unsystematical crossbreeding, particularly with slowly reproducing unipara species. Nor is it possible to separate commercial and breeding farms as distinctly as it can be done in plant cultivation, for also commercial farms cannot dispense with some breeding work. The question might arise whether it would not be more reasonable to leave the production of crossbred stock (pigs and poultry) to farms specialized in this respect and to place the animal stock so produced at the disposal of household and smaller farms. This solution has many advantages. F. i. by the distribution of day-old-chicks, suitably crossbred and obtained from incubator centres, the peasant farms could make good use of the favourable characteristics of crossbred animals. A detailed account of the organisational questions would go beyond the limits of the present paper.

The terminology of commercial crossing

Before going into some fundamental questions of commercial crossing, the great development in the course of the last two decades necessitate the elucidating of some new technical terms in animal breeding. Especially the terminology of the various methods of commercial crossing as used in both Hungarian and foreign papers is rather uncertain and gives rise to inconveniences. This question, as a matter of fact, was laid stress upon at the International Congress of Animal Husbandry of 1952 at Copenhagen especially by *E. Quittet* and *Poly*, but despite *W. Engeler's* proposal to this effect, no final decision was taken. Hence, it appeared necessary to establish the terminology and the definitions of the various commercial crossings known so far, for two reasons: in order to use standardised denominations with regard to commercial crossing in practice and in periodicals, and also for didactical purposes.

In order to attaining a greater effect of heterosis, the literature deals with commercial crossing within one breed, different breeds and between species. Considering the purposes of commercial crossing, we can distinguish two kinds of methods: the methods of *direct* commercial crossing, that is, when mating serves directly and exclusively the object of commercial crossing, and the methods of *indirect* commercial crossing, that is, when the crossed progeny is kept also for stock and thereby heterosis is also utilized in mother stocks. Indirect commercial crossing means, taking into breeding such females as come from systematically directed crossing.

After this introduction I shall put forth suggestions as to the definitions concerning and methods used in commercial crossing.

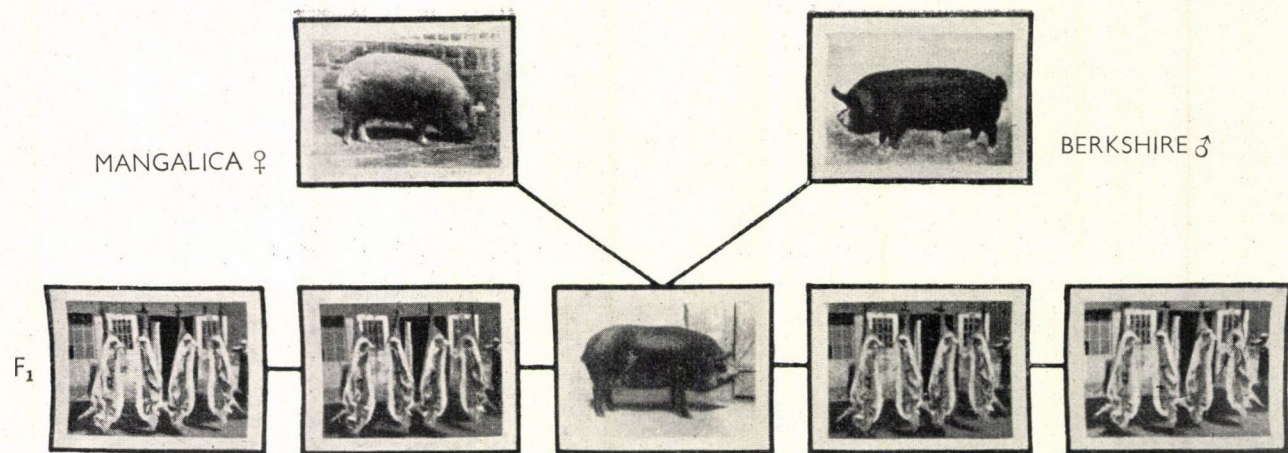


Fig. 1. Crossbreeding of two purebreeds

I. Methods of direct commercial crossing

1. Cross breeding of two purebreeds

Definition : mating individuals belonging to different breeds (possibly representatives of definite blood lines) with the purpose of producing progeny not for further breeding but exclusively and directly for market production. [The

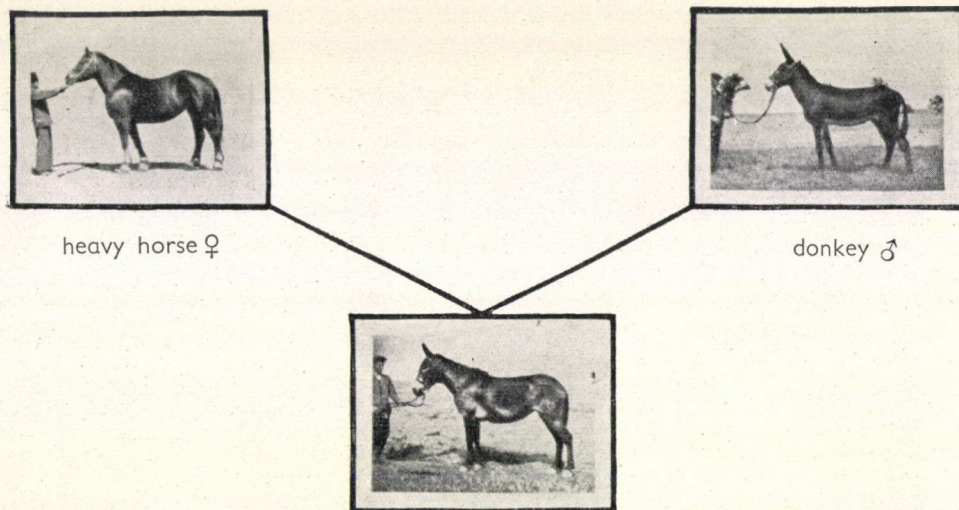


Fig. 2. Hybrid production

future task is to make commercial crossing of blood lines within a breed practicable (line cross breeding, top cross breeding)].

2. Hybrid production (hybridization, bastardization)

Definition : crossing animals belonging to different species with the object of gaining more productive hybrid commercial utility animals.

II. Methods of indirect commercial crossing

1. Crisscrossing

Definition : one parent, generally the male, is purebred while the female belongs to a stock which has systematically been produced by crossing alternately two breeds.

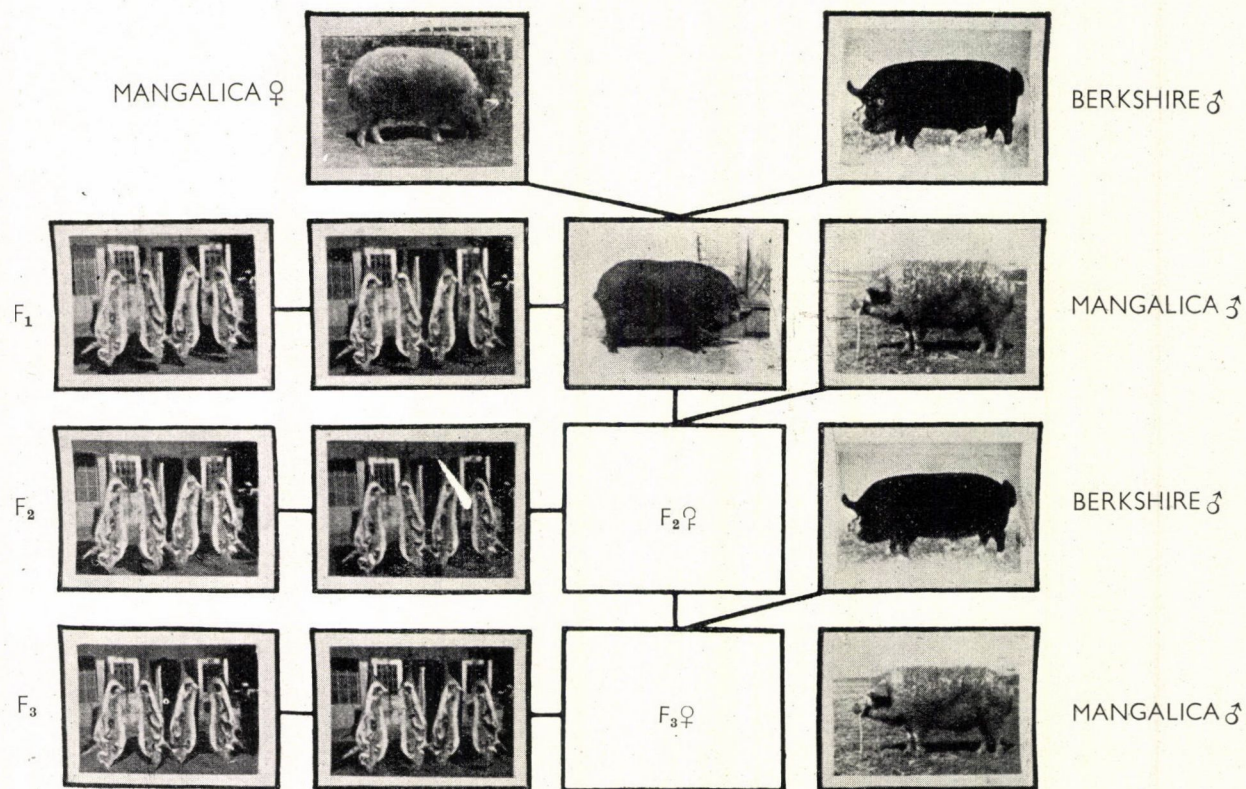


Fig. 3. Crisscrossing

2. Rotation crossing

Definition : a kind of crisscrossing in which males, belonging to more than two breeds or blood lines, serve for crossing in *regular turns*.

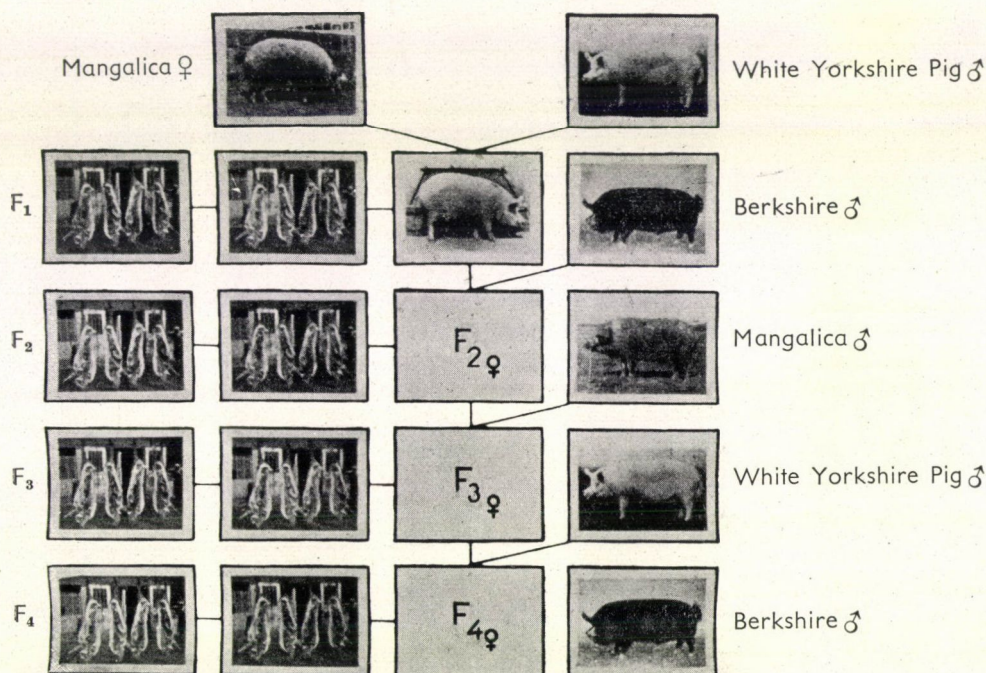


Fig. 4. Rotation crossing

3. Combinative crossing

Definition : such crossbreeding in which the crossbred females, belonging to the first filial generation and usually disposing of more valuable economic and biological characteristics, are mated with males of the most suitable breeds or types, to produce the desired progeny for commercial purposes.

4. Combinative hybrid production

Definition : Breed crossing and hybrid production follow each other in systematic turns.

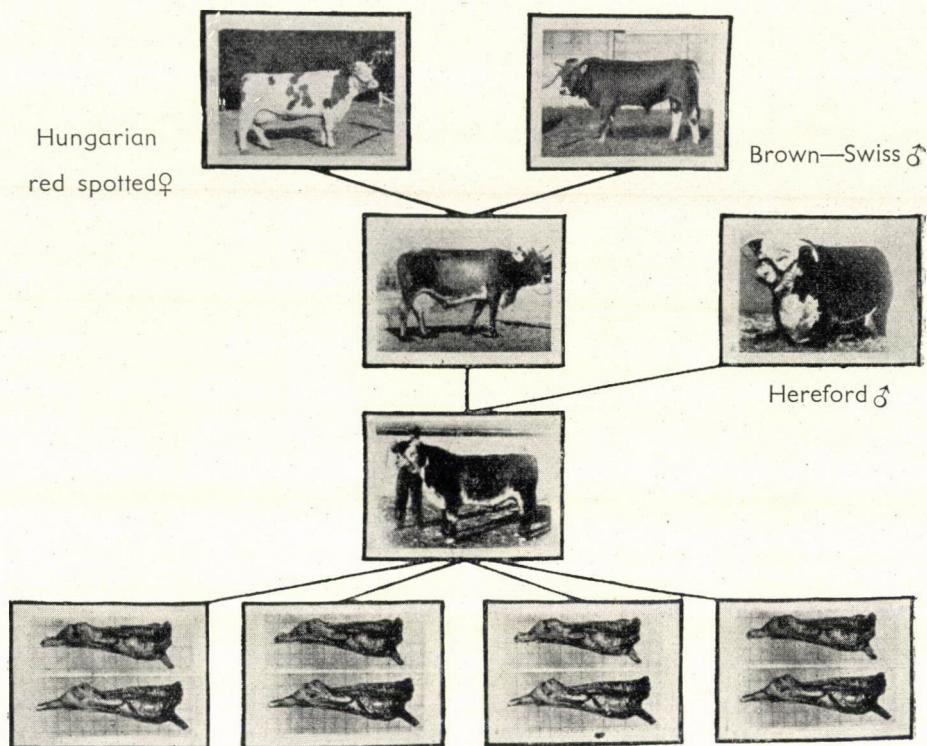


Fig. 5. Combinative crossing

Some considerations of biological character on commercial crossing

Going over to some problems of biological character in connection with crossbreeding, I believe it to be of interest to remember, that *Charles Darwin*, in his work published in 1870, profoundly studied the phenomena of divergences in vitality brought about by inbreeding, resp. crossing. He already drew attention to the increased vitality of crossed animals. In 1911, *G. H. Shull* created the denomination «*Heterosis*» for this phenomenon. He attributes heterosis to the heterozygotic condition of genes. Today we already know that the deterioration called forth by inbreeding and the heterosis are phenomena of opposite direction, but essentially similar in many respects, and result from the decreased or increased antagonism between the mated organisms. This is enhanced by the enrichment and broadening of the inherited characters which, in turn, result in a better adaptability of the organism to the changing environmental conditions.

By heterosis practical animal breeders generally understand, that in the, crossbred progeny some quantitative economic characteristics (milk-, wool-egg-, meat-production) manifest themselves in a higher degree than in pure-

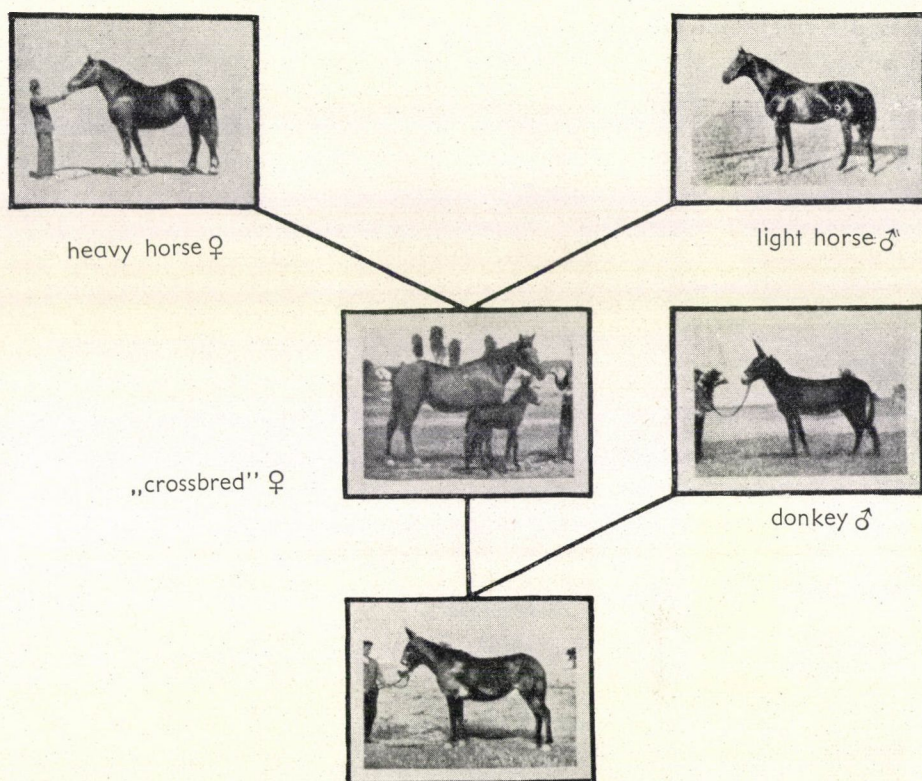


Fig. 6. Combinative hybrid production

bred or inbred progeny of any kind of parent breed. It is doubtless, however, that the quantitative characteristics of economic importance, connected with the producing capacity cannot be strictly separated from vitality (vigor), going closely together with crossbreeding. It is to be remembered that increased capability of resistance, greater developing power, better fertility, food utilization and adaptability, which at the same time means better production also go hand in hand with vitality. Crossing contributes to the improvement of «the balance of economic and biologic characters» (A. Horn) and therewith to the increase in productivity. It would be going too far to dwell upon the foreign experiences in commercial crossing. I only intend to mention some Hungarian experimental results and some characteristic foreign experiences of fundamental importance, which may serve as a guidance for the solution of the Hungarian tasks.

Hungarian observations confirmed above all the greater viability of the crossed animal stock. In this connection we can refer to numerous practical

observations and research results. It is a generally acknowledged fact that piglets deriving from crossing of different Hungarian breeds are much more resistant to unfavourable rearing conditions, unfavourable microclimatic stables, or even deficient or unbalanced feeding than purebred ones. In the course of our research work carried on with my collaborators *F. Kertész* and *L. Csire*, we could observe a more equal development of the crossbred piglets in the most critical period, that is, in the 3rd and 4th weeks (Fig. 7).

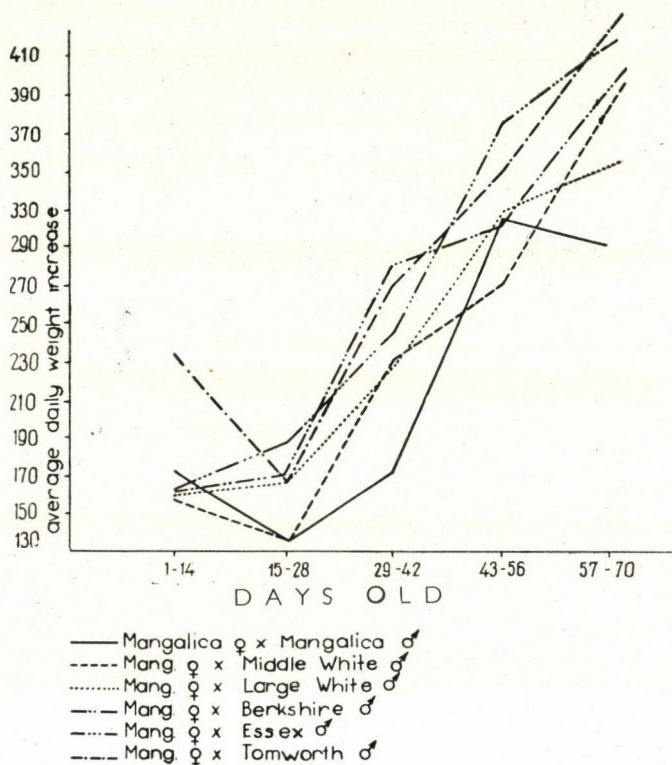


Fig. 7. The development of the piglets deriving from crossbreeding of different pig breeds

In this period the sow's milk is no more sufficient to meet the requirements of the developing capacity, whereas the piglings cannot yet take up sufficient quantities of other foods. The crossbred piglings generally get over this critical period more easily than purebred ones, which explains the smaller mortality rate up to weaning. Under suitable keeping conditions, this was 2–5% less than that of purebred piglets reared under equal conditions.

With regard to the embryonic mortality, favourable results were attained in the course of crossing Hungarian poultry breeds. Research carried on at the department of animal husbandry of the University of Agrarian Sciences

with my collaborators *N. Nagy* and *V. Gerencsér* revealed some characteristic facts. The results of the incubation of eggs deriving from the crossing of cocks of Plymouth, Rhode Island, and Newhampshire breeds with White and Brown Leghorn hens were examined.

Fig. 8 shows the relative hatching results (the percentage of viability and mortality in the shell) of crossed and purebred eggs: the best results were obtained of the eggs deriving from crossbreeding Plymouth x Leghorn, viz.: 92,2% hatched and 1,02% unhatched, whereas the poorest results were shown

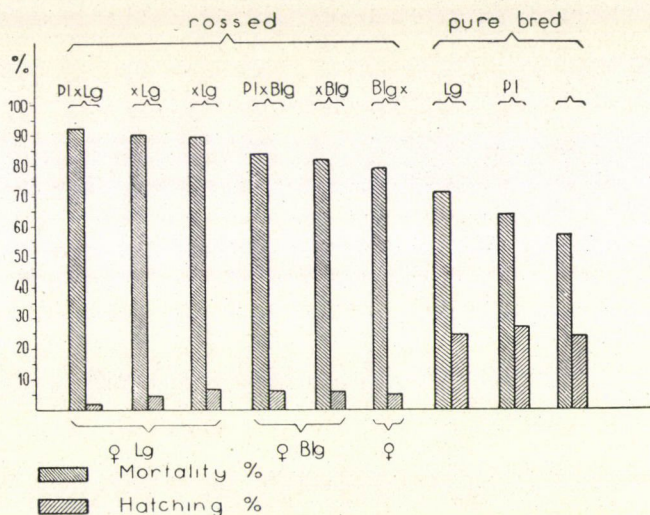


Fig. 8. Percentage of the hatchability and the mortality in the shell of crossed and pure bred chick embryos as related to the number of fertile eggs

by the crossing Brown Leghorn x Newhampshire which, however, still surpassed the hatching result of purebred eggs by 10–15%. From these data it can be established that the embryos of crossbred eggs show considerably greater vitality than the embryos in purebred eggs. Similar results were also obtained by Davydov, Jeffrey, Warren, etc.

A characteristic of commercial crossing is the improving fertility of the individuals mated. Without entering into the analysis of this question belonging to reproduction biology, I only mention the old zootechnical experience, that females paired with males of their own breed often conceive less well than if mated with males of another breed. In this respect I am in a position to report about an important initiative made at Mezőhegyes. *S. Battha* after 2–3 barren matings of Hungarian Grey Steppe cows started to mate them as early as 1922 with Brown Swiss bulls and that, according to verbal information, with such good results, that of the cows deriving from these crossings could supply the stock for a whole dairy farm for several years. Similar results were also obtained

with horned cattle by foreign research workers (*Rostovcev, L. E. Casida, R. E. Christian, L. E. Ulberg*, etc.) as well as with other domestic animal breeds, especially with poultry (*S. G. Davydov, A. Y. Fomin, M. Jull*, etc.). *J. Mészáros* and his collaborators likewise reported favourable results achieved by inseminating with the sperm of donkey stallions such mares as had appeared barren.

The difference in the mortality rate arising from infection of the various poultry diseases (coccidiosis, cholera, diphtheria, infectious choryza, vaccination against fowl plague) shown in the course of our investigations in 1952, was surprising, insofar as of the purebred individuals 41% more perished than of the crossed chicks, though reared together under equal conditions.

Table 1

Total percentage of mortality of crossed and purebred chicks

Denomination	Number of chicks	Mortality % up to		
		30 days	100 days	125 days
Pl × Lg	272	10,64	19,63	25,59
NH × Blg	90	4,62	8,92	11,69
Blg × NH	38	5,26	15,80	15,80
Lg × Lg	38	29,54	51,08	51,08
Blg × Blg	64	22,14	45,54	51,54
NH × NH	42	11,62	38,88	41,92
Pl × Pl	41	38,50	67,50	67,50
Rh × Lg	48	24,07	48,15	51,85

Table 1 shows that the losses in crossbred groups were relatively small, whereas in the purebred group they were very considerable. These examinations are of practical interest because they prove that in case of strong infections and under unfavourable conditions crossbreds seem to be more resistant to diseases than purebreds. From a breeding biological point of view, noteworthy is the observation that the progeny deriving from crossbreeding highly domesticated breeds with wild living species are not resistant to the different diseases that usually crop up. In this respect we have come to very convincing results with my collaborators, *V. Gerencsér* and *N. Nagy*. In our examinations we used the offsprings of crossings made in different ways between the Indian Jungle fowl (*Gallus bankiva*) and Brown and White Leghorns.

The individuals shown in table 2 have 12,5 to 50% Bankiva blood.

Keeping and feeding conditions of a total of 566 Bankiva offsprings were similar to those of the domestic breeds, the majority of the latter being kept together in a common place. The mortality losses in these groups due to the so-called culture diseases were, however, increased in proportion to the

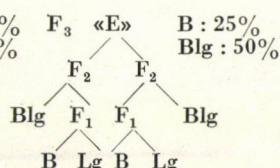
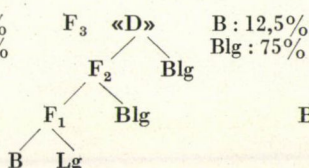
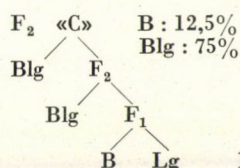
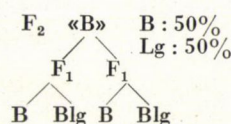
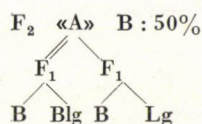
Table 2

Death rate in Bankiva crossbreds due to different infectious and rearing diseases

No	Denomination	Groups					Total
		«A»	«B»	«C»	«D»	«E»	
1	Quantity (individuals)	79	33	192	86	176	566
2	Total living (individuals)	22	10	80	46	62	220
3	Mortality (individuals)	57	23	112	40	114	346
4	« %	77,2	78,8	61,5	48,8	69,3	64,8
5	« index compared with «D» group (individuals)	158	161	126	100	142	

Construction of «A» «B» «C» «D» «E» groups

Table 3



B = Bankiva
Blg = Brown Leghorn
Lg = White Leghorn

percentage of Bankiva blood. This can be well illustrated by the mortality rate of the individual groups compared (100) to group «D» with 12,5% Bankiva blood. Groups «A» and «B» with 50% Bankiva blood have the highest index number showing 158 and 161% and group «E» with a blood relationship of 25% shows a medium. The reaction of vaccination against fowl plague («H» Hartfordsire vaccination) was particularly interesting in the case of Bankiva crossings (Table 4).

Though 100% mortality occurred only in the case of the 2 individuals of the Bankiva cocks (mortality, comprises also cases of emergency slaughter due to very grave paralysis, of lethal character), table 4 gives an interesting picture of the diminishing mortality from 100% down to 17% in breeds with Bankiva blood relationship and to 7,4% in domestic breeds. While among the descendents of Bankiva a considerable percentage perished in consequence of

Table 4

Death of poultry after vaccination against fowl pest («H» Hartfordshire vaccine)
 Crossbreeds of Bankiva \times Leghorn and domestic breeds

Number of vaccinated individuals		Number of deaths	
		chicks	%
2	Bankiva cocks (original)	2	100
37	« hybrid (F_1) 50% Bankiva blood	9	26
56	F_{2-3} , 25—12,5% Bankiva blood deriving from crossing Bankiva hybrid \times Brown Leghorn	7	17
109	Domestic breeds deriving from rotation crossings (F_2)	9	8,2
81	Domestic purebred	6	7,4

the vaccination, under serious symptoms of paralysis, disease and mortality rate in domestic breeds and their crossbreeds was moderate. In general, the capacity of resistance to infections seems to be increased in the crossbred stock, however, in some biotypes we can count with the fact that the capacity of resistance to pathogenic organisms is reduced. Therefore the view, often expressed in the practice of animal breeding, that in the interest of strengthening constitutional qualities, it is advisable to reach back to wild living forms or primitive types, is permissible only under certain reservations. Such primitive or wild biotypes namely — as Bankiva crossings show —, may possibly reduce the capacity of resistance. In all probability the greater resistance to diseases experienced in crossbreeds of domestic species is attributable rather to the greater vitality and adaptability of the crossbred stock than to the specific capacity of resistance to certain pathogens.

It is also true up to a certain degree, that the increase of productive capacity is possibly followed by weakening of valuable biological characteristics, particularly of the vitality. This seems to be the case where selection for economic and biological characters fail to go hand in hand in the course of the breeding work. Thus, in particular, in rearing specified meat- or fat-producing breeds or such types as are not kept under wholly natural conditions. Under such circumstances, crossbreeding offers the means, by which the equilibrium of the economic and biologic characteristics may be restored in the crossbred progeny.

One of the characteristic features of commercial crossing is that the progeny belonging to the first filial generation under equal environmental conditions eventually show a greater uniformity in development than the purebred stock. As uniformity is an important economic feature, particularly when producing for the market, the question of selecting breeds and types to be crossed deserves consideration.

With regard to uniformity, however, we must recall unfavourable experiences showing up from time to time. Instructive are in this respect our investigations concerning species hybrids and crossbreeds of some home breeds. With regard to the variability of the end weight of porkers, deriving from crossings between Mangalica sows with Large White, Middle White, Berkshire, Tamworth and Essex boars (Table 5) we had the following results: the variation coefficient for Mangalica \times Tamworth was the greatest, viz.: 32,19%, for Mangalica \times Large White being 19,66%, for Mangalica \times Essex 18,2%, whereas similar values for Mangalica \times Middle White, Mangalica \times Berkshire as well as purebred Mangalica were 9,2%, 2,81%, 3,63%, respectively.

Table 5

The variability of the live weight of porkers deriving from crossing various pig breeds

Breed	No.	Average live weight in kg. s	
		weight mean value \pm	Percentage of variance \pm
Mangalica	42	145,25 \pm 5,30	3,63 \pm 0,816
Mang. \times Middle White	25	142,50 \pm 13,00	9,12 \pm 2,600
Mang. \times Berksh.	12	145,45 \pm 2,65	2,81 \pm 0,765
Mang. \times Essex	30	146,20 \pm 26,65	18,22 \pm 4,872
Mang. \times Large White	19	146,50 \pm 30,40	19,66 \pm 6,980
Mang. \times Tamworth	23	147,05 \pm 47,35	32,19 \pm 9,880

In case of pig crossings where the parent breeds belong to extreme types, (f. i. early thriving breeds \times late maturing porker breeds) the body weight variability seems much more pronounced which makes it necessary in the course of fattening to often form groups of crossbreeds of such character.

However, very good examples of uniform development can be met with in mule breeding where the heterogeneous stock of mares sometime produces surprisingly uniform mules. I observed with my collaborators similar phenomena in examining one of the species of crossbred ducks, namely the progeny of the white Hungarian duck and the Muscovy duck. A marked sexual dimorphism is displayed in the live weights of both sexes (the average weight of the Muscovy drakes was 3,40 kg and that of the ducks 2,06 kg), whereas the weight average value of the hybrid drakes and ducks was 3,45 kg. The percentage of variance of the Hungarian duck for both sexes was «v» 26,83%, whereas that of hybrid species was only 7,58%. This smallest value shows the unusually uniform development of the species hybrids. As a matter of fact, uniformity of the first generation has been observed in large animals, such as cattle as well. It has also been noted that the live weight was more uniform than in the parental

breeds and such tendency was also observed in milk production (*Hilder, Fohrmann, Robertson, etc.*).

The development and the manifestation of the effect of heterosis in quantitative characteristics

With regard to the effect crossbreeding has on the increase of productivity, we have a wide range of data obtained by practical experiences and observations, as well as from precise research results. Among the hybrid species the mule has been known ever since antiquity to have more moderate food requirements

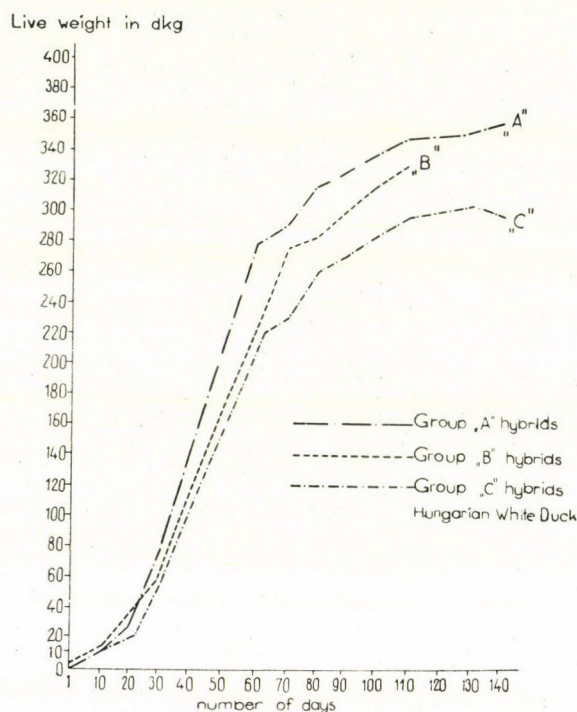


Fig. 9. Species hybrid (below) deriving from crossing of Hungarian white duck (upper left) and Muscovy drake (upper right) and the development curve of hybrid («A» and «B») and pure bred Hungarian white («C») progeny

than horses of the same weight. In Hungary no other species-crosses for livestock production are common. For the present experiments are being conducted with several hundred individuals produced by crossing the before mentioned Hungarian White Duck and the Muscovy duck. Both of these hybrid species are sexually unfertile. This species crossbreds of both economic and biologic

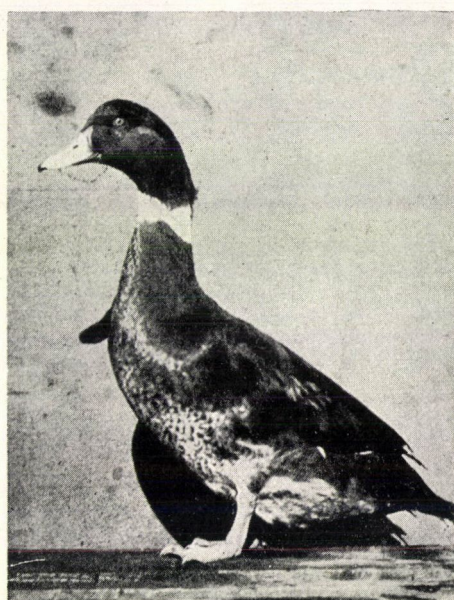
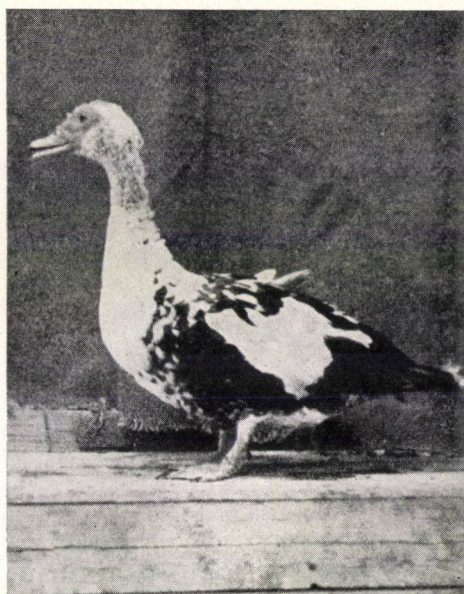
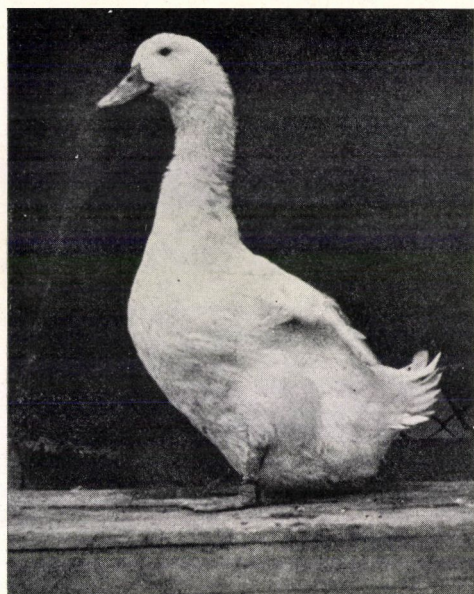


Fig. 9. a, b, c

interest show a development about 17% superior to that of the parental breeds, and beside this, they are wantless and resistant.

Its particular suitability for fattening is also proved by the fact that the liver is weighing 30–50 dg, 2,5–3 times the size of that of the Hungarian White duck, and having 20% higher intracellular fat content, surpasses in value

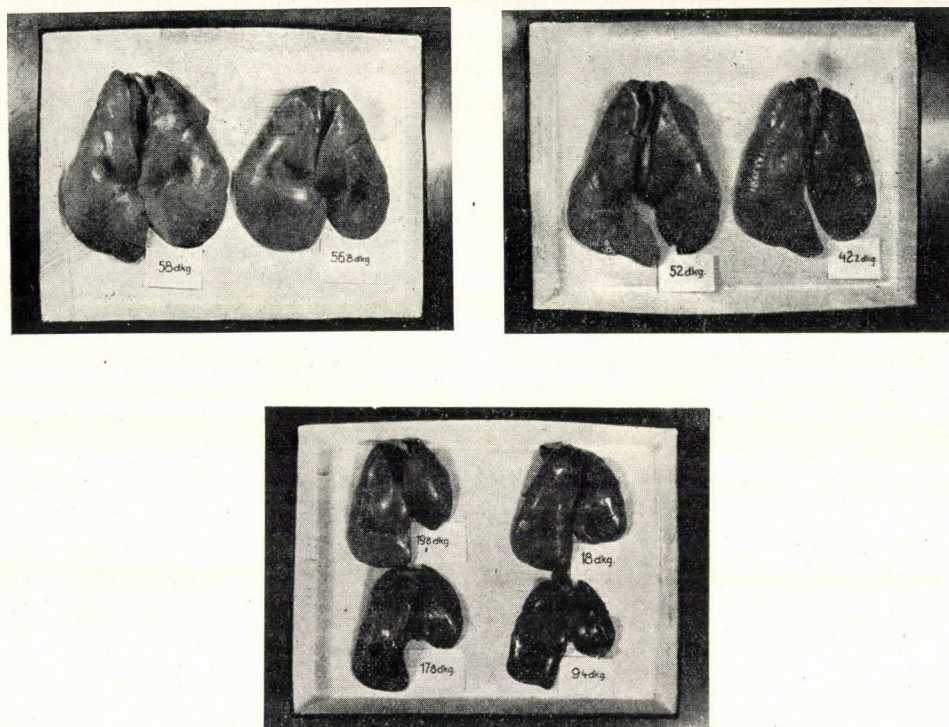


Fig. 10. The four largest livers of the fattened Hungarian white ducks (below) and the four largest hybrid duck livers above, put on trays of the same size

even the first-class goose liver (Fig. 10). It is characteristic of their vitality, that they can stand, practically without any loss, 4 weeks force fattening (cramming) with relatively large maize rations.

The further experiments tend to the improvement of unsatisfactory fertility of the Muscovy drakes used for crossing. In this respect very interesting new observations are available, regarding the differing fertilizing capacity of certain Muscovy drakes in the course of hybridization.

Table 6 illustrates the different results attained in mating Hungarian white ducks to Muscovy drakes that had proved fertile in intraspecific breeding. Thus, while of the eggs derived from matings of drake No. 3 and white Hungarian

Table 6

Individual differences relating to the fertility of Muscovy drakes

Dates	Number of drakes	Number of eggs	Unfertile eggs		Embryo deaths up to		Mortality in the shell		Hatched			
			no.	%	first	second	no.	%	no.	%		
					candling							
VI. 22.	1	27	11	40,74	1	3,70	2	7,40	3	11,11	10	37,03
VI. 22.	2	15	10	66,66	3	20,00	—	—	—	—	2	15,33
VII. 4.	3	20	17	85,00	1	5,00	—	—	—	—	2	10,00
VII. 4.	4	21	5	23,80	3	14,28	2	9,52	—	—	11	58,36

ducks 85% proved to be unfertile, their hatchability being only 10%, for the eggs deriving from drake No. 4 these figures were 23% resp. 52%.

Breed crossings

In Hungary, commercial crossing has not yet been practised in cattle breeding as a general breeding method. The experience regarding the effect of heterosis in Hungarian breeds has been gathered rather from sporadic observations of a few individuals only. Our Herd Books recorded outstanding lifetime yields of some crossbred cows. Thus, f. i. the cow «DARU 97», a cross of Brown Swiss × Hungarian Red Spotted breeds, was ascertained to have reached the greatest lifetime record in Hungary, viz. : 79 116 kg milk, 11 calves, during a controlled period of 11,5 years and a daily milk yield of 31 kg at the age of 16 years. Thus she testified not only to high performance ability but also to eminent vitality. The cow «Füge 108», a cross of Frisian × Hungarian Red Spotted, was recorded with a lifetime yield of over 70 000 kg, «Terka 120», a cross between Hungarian Grey Stepp and Hungarian Spotted breeds, was recorded to have yielded at an age of 20 years 5400 kg milk in the dairy herd of the experimental farm of Herceghalom. Eminent proof of vitality was given by the cow «Mandula 74», a cross of Frisian and Hungarian Red Spotted breeds, which in the same farm at the age of 28 years showed a lactation yield of 2400 kg.

In Hungarian horse breeding the various ways of crossing and grading plaid a great role. However, commercial crossing was practised only by mating warm-blooded and cold-blooded breeds. Crossbreds produced in this way enjoy great popularity as farm horses and in spite of the fact that official circles tried to hamper such crossings, endeavours were and are made for their production. It is doubtless, that also according to Hungarian experiences the heredity of animals derived from crossings of light breeds and heavy breeds proved to be very unstable, and numerous offsprings of such parents may crop up, which

unite also the deficiencies of the original ancestors in undesirable combinations, to which *H. Dohrmann*, *J. Schandl*, *D. Hámori* also refer in their works.

Under present conditions, based on the experiences made so far, we can without doubt make better use of the possibilities of producing crossbreds, by producing good quality, massive mules. This object in view, not only low quality cold-blooded mare stocks could be used, but even crossbred mare stocks, otherwise not very welcomed in breeding, would be particularly suitable for the purpose. A systematical combination of hybrid production offers new possibilities in this direction. The first step towards this combinative commercial crossing should be the production of good quality crossbred mares suitable for farm work and their mating to donkey stallions. Thus we can make use of the generally good maternal characteristics of the crossbred mares by excluding them from further breeding, and by utilizing them for the production of unpretentious mules of good quality and working ability supplying cheap energy. Such crossbreeding has already started in Hungary.

Undoubtedly commercial crossing in Hungary is by far the most common in pig breeding. Research work was started in this country in the late twenties: *S. Konkoly-Thege*, *M. Rácz*, then *F. Csáky* and *I. Schweiger* examined Lincolnshire and Berkshire breeds for suitability for commercial crossing with Mangalitzas.

A wide-scale investigation into the commercial crossing of pig breeds in Hungary was started in 1949 at the Research Institute for Animal Husbandry and at the University for Agricultural Science, Institute for Animal Breeding. The experiments resulted in an increased number of litters due to crossing with Mangalitzas. According to *F. Kertész*, the average litter of purebred Berkshire sows was 7.6, while if mated to a Mangalitzas boar this number was 8.9, that is to say, 17% higher than in the pure bred litters. Increase in number of piglets originating from crossbreeding has also been observed with Mangalitzas sows. It seems that such effects are to be expected within breeds where «foetal atrophy» is relatively high as in Mangalitzas, whereas breeds of high fecundity do not seem to react by giving birth to a greater number of piglets. This fact can be accounted for not only to the increased affinity of the different sexual cells but also to the greater viability of the crossbred progeny already during their intrauterine life. According to further examinations with my collaborators *F. Kertész* and *L. Csire*, the development of the piglets up to weaning was 7–29% quicker than that of the pure bred Mangalitzas litter. Particularly favourable was the development of piglets of Mangalitzas × Tamworth, Mangalitzas × Essex, Mangalitzas × Berkshire (see Fig. 11).

Fig. 11 illustrates the difference in the development of the piglets derived from the various crossings. Even more characteristic is the differing development of piglets in the same litters of Mangalitzas sows fertilized by superfecundation with Mangalitzas boars and boars of other breeds (see Fig. 12).

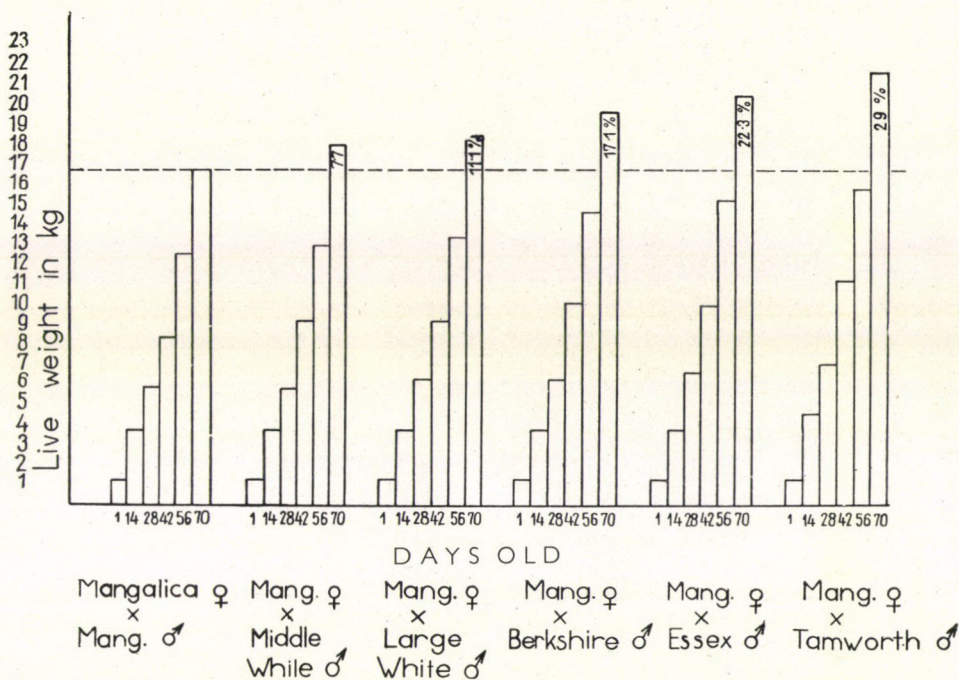


Fig. 11. Growth rate of piglets deriving from various crossings as related to purebred Mangalica piglets

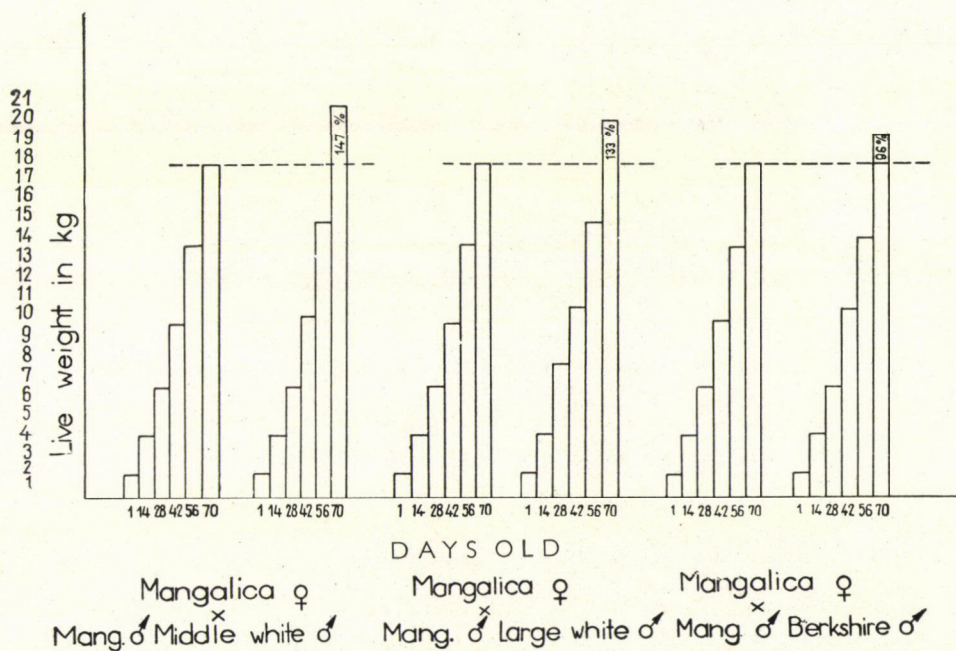


Fig. 12

As shown in Fig. 12, the crossbred piglets of the litter-half-brothers show greater development in all groups. Besides the sow's milk, the crossbred piglets consumed 140 g concentrates less for 1 kg weight increase. In the course of experiments it has been established that under good maintenance conditions the mortality rate is 2–5% smaller in the crossed litters. In general, it could be established that the heterosis effect manifests itself favourably first of all in the piglings age.

The capacity of food utilization did not show any difference of importance in the course of fattening, although crossbred pigs as a rule reached the fixed weight limit somewhat quicker. With regard to the thriving ability and the rate of development crossbred animals generally took up an intermediary type

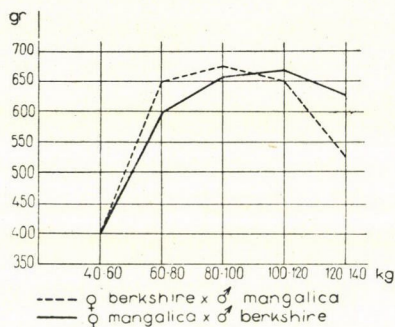


Fig. 13

between the two parental breeds. The reciprocal crossing experiments (Mangalitza \times Berkshire and Cornwall \times Mangalitza) show that the type of metabolism of the mother plays to a certain extent an increased role, particularly in consequence of the rhythm of the development (*A. Horn, F. Kertész, F. Tóth, Gy. Kazár, L. Csire, L. Mentler*) as is shown in fig. 13.

If feeding and keeping conditions are not irreproachable, the better adaptability of the crossed stock to the surroundings asserts itself favourably.

Hungarian experiments characteristically showed that food utilization was influenced by the heredity of the individual parental animals much more than by the breed used for crossing. Table 7 clearly shows the great individual differences that can be observed in heredity.

While among the porkers of the first experiment, the purebred Mangalitza control groups generally required more starch value for 1 kg weight gain, according to their inclination to lay on fat, the crossbred porkers put on more flesh. In the second experiment, however, the sows of the Mangalitza control group were mated with the progeny tested excellent stock boar «Kardos» of the experimental farm of Herceghalom. If we examine the capacity of food utilization of the various groups and the daily weight gain it appears, that

Table 7

Breeds of porkers	No	W e i g h t l i m i t i n k g											
		40 — 60				40 — 80				40 — 100			
		average daily weight gain	food utiliz. aver- age value in %	for 1 kg weight gain used strach value digest. protein gr.		average daily weight gain	food utiliz. aver- age value in %	for 1 kg weight gain used strach value digest. protein gr.		average daily weight gain	food utiliz. aver- age value in %	for 1 kg weight gain used strach value digesti protein gr.	
I. experiment													
Mangalitza	23	365	24,6	4056	617	486	27,9	3578	539	541	27,7	3602	524
Mang. × Middle White .	18	401	30,0	3328	484	488	31,5	3173	478	531	30,8	3336	490
Mang. × Berkshire	3	471	32,2	3100	450	552	32,7	3050	458	584	30,5	3272	477
Mang. × Large White ..	19	378	26,8	3718	557	464	28,5	3513	536	498	27,4	3642	537
II. experiment													
Mangalitza	26	526	37,1	2688	470	533	31,9	3128	524	555	30,5	3268	527
Mang. × Middle White ..	21	465	33,7	2964	526	519	31,2	3203	540	517	28,4	3511	564
Mang. × Berkshire	13	444	41,9	2381	420	494	34,9	2858	487	508	30,7	3256	530
Mang. × Essex	8	400	33,9	2943	525	470	33,8	2953	512	496	31,1	3210	533
Mang. × Large White ..	13	444	33,0	3030	526	513	31,0	3218	542	526	29,2	3423	566
Mang. × Tamworth	7	435	35,0	2850	500	482	32,4	3078	525	488	29,2	3416	557

Breeds of porkers	No.	Weight limit in kg											
		40 — 120				40 — 140				40 — 150			
		average daily weight gain	food utiliz. aver. age value in %	for 1 kg weight gain used strach value digesti protein gr.		average daily weight gain	food utiliz. aver. age value in %	for 1 kg weight gain used strach value digest. protein gr.		average daily weight gain	food utiliz. aver. age value in %	for 1 kg weight gain used strach value digest. protein gr.	
<i>I. experiment</i>													
Mangalitza	23	587	28,8	3466	479	592	27,8	3588	484	584	27,0	3701	489
Mang. × Middle White ..	18	568	29,8	3350	470	567	28,1	3551	475	578	28,2	3541	469
Mang. × Berkshire	3	578	28,2	3537	483	574	26,6	3753	493	552	25,7	3878	505
Mang. × Large White ...	19	525	27,0	3698	513	513	24,8	4028	535	506	24,1	4132	539
<i>II. experiment</i>													
Mangalitza	26	540	28,0	3566	547	559	27,9	3571	535	567	27,8	3594	521
Mang. × Middle White ..	21	523	27,2	3683	564	538	26,8	3724	554	544	26,4	3773	540
Mang. × Berkshire	13	510	28,5	3509	543	529	27,9	3584	541	547	27,9	3579	529
Mang. × Essex	8	509	27,0	3695	535	540	27,7	3613	517	541	28,9	3450	522
Mang. × Large White ...	13	516	26,9	3718	575	521	26,1	3826	577	529	25,8	3873	562
Mang. × Tamworth	7	485	27,2	3667	567	508	27,0	3677	555	519	27,0	3702	538

practically through all stages of the fattening period the productivity of purebred Mangalitza proved equal or even surpassed some of all the other crossed groups. If we also take into consideration that, in consequence of their greater fattening inclination, the Mangalitza porkers deposit in live weight kilogram generally more energy expressed in calories, it appears that the superiority in their weight increase considerably surpasses the numerical data shown in the table. Similar examples cropped up, during our examinations, in the progeny of two Middle White boars, with regard to the difference in food utilization (see Fig. 14).

These interesting and characteristic examples go to show that purebred offsprings of males of eminent inheritance sometimes surpass in food utilization

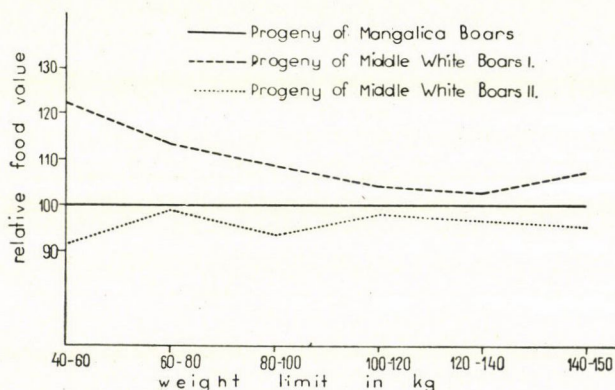


Fig. 14

the productivity of commercial crossbred animals, furthermore that it is by no means indifferent, what male is used for crossing. This phenomenon indicates the advisability of forming blood lines specially suitable for commercial crossing.

The briefly described research results put us before the following tasks to be considered in the interest of the creation of rational commercial crossing:

a) To examine the possibilities of application of the various methods for commercial crossing with due regard to local conditions and to commercial crossing between breeds, such as crisscrossing, rotation crossing and combinative crossing.

b) To study the requirements of the piglets deriving from the various crossings, first of all in order to establish the optimal proportion of protein, so as to make a better use of their capacities.

c) To improve constantly the purebred stocks serving for crossbreeding (formation of blood lines) and to raise their suitability for crossing. In commercial crossing it is therefore of fundamental importance to apply suitable methods

for progeny testing. For this purpose a group fattening procedure may be recommended as elaborated together with my collaborators, *F. Kertész* and *L. Csire*, which is adaptable in practice in wide circles. This method gives information about the capacity of food utilization and the fattening ability.

In Hungary, poultry breed crossing for commercial utilization of the F_1 generation, on a larger scale, has so far not been practiced, unless we qualify as such the endeavours of the various poultry gradings. *Bottka* refers to examinations of such character in his research work. Recently, research work regarding commercial crossing is being carried on at the University for Agricultural Science and at the Research Institute for Small Animals, to which I have already referred in other contexts. Investigations into the possibilities of commercial crossing of Yellow Hungarian, Spotted Hungarian, Leghorn breeds, with Plymouth and Rhode Island have been made and are still being made with the assistance of my collaborators, *S. Tóth* and *V. Gerencsér*. All round, the development of the crossed individuals was more favourable. The food utilization, though only to some extent, also proved to be better, especially when crossing was performed with the Plymouth breed.

Table 8

The average daily weight gain and average weight of 120 days old poultry in the experimental groups

Experimental groups	Average daily weight gain in gr.		gr. when 120 days old			
			pullets		cocks	
	pullets	cocks	average	individual deviations	average	individual deviations
Pl × Pl	6,10	9,3	774	690—1020	1160	850—1400
Rh × Rh	8,26	—	1035	730—1350	—	—
Hv × Hv	7,35	8,28	925	640—1200	1037	900—1150
Hs × Hs	8,60	9,24	1075	820—1250	1150	1050—1300
Purebred group average:	7,50	8,72	951	—	1115	—
Rh × Hs	7,42	10,88	933	650—1100	1350	1050—1550
Hs × Rh	7,35	9,40	925	710—1080	1176	950—1600
Pl × Hv	9,17	10,40	1142	900—1385	1290	1100—1470
Hv × Pl	7,35	9,79	923	820—1000	1218	900—1580
Crossed group average	7,82	10,12	980	—	1258	—

Compared to local, and even to foreign research data, the smaller culling rate of the crossbred hens not only up to the first egg laying time, but to the end of the first egg laying year is noteworthy.

It appears that crossbreds are of importance first of all for meat producers, and also for farms going in for dual purpose breeds. It seems that crossing breeds showing good flesh forms with egg laying breeds is particularly favourable. In these cases the effect of heterosis shows up not only in the viability and in the diminishing culling percentage, but also in a better fattening ability and, up to a certain degree, also in the egg producing capacity of the dual purpose types. In this connection we are certainly faced with the probability that, instead of keeping purebred dual purpose stocks, particularly if the capacity of production of the latter is not satisfactory, it would be advisable to produce dual purpose types, intended for commercial purposes, by crossbreeding of specialised breeds (one-sided layers and a suitable breed showing good flesh forms) or by crossing two dual purpose types. The advantages of such crossings are not only the generally better laying results, but also the better development, reduced losses occasioned by rearing diseases, in many cases an earlier beginning of laying and a more favourable result in egg production, as was referred to also by other research workers. A precondition to all the above mentioned is, naturally, the proper selection of the parents.

In order to reach a production of first class quality poultry meat, it seems advisable to get such breeds in the foreground for crossing, which give hope for a particularly favourable formation of flesh. In this respect, Malayan types may come into consideration. These promise particularly favourable results on account of their good slaughter weight, quick growth, the formation of good quality and bulky pectoral muscles and quicker fattening ability.

Conclusions

Commercial crossing of farm animals has come into prominence during the last two or three decades. The possibility of its rational application depends on the satisfactory solution of a number of scientific and practical tasks. In the various countries of the world, according to prevailing circumstances, the question of commercial crossing is viewed from different angles. The Western European countries, where well-developed animal breeding is practiced mostly on relatively small farms, as f. i. the Netherlands, Denmark, Switzerland etc., generally adopt a negative attitude towards crossbreeding, breeders preferring pure-breeding. On larger farms, however, commercial crossing and pure-breeding are not looked upon as competitors, on the contrary, they represent methods completing each other. In Hungary, where the majority of livestock belong either to small- and middle-peasants, or small household farms, a further part, however, being in the hands of state and cooperative farms, numerous problems of principle and of organisation, as well as zootechnical questions are still to be solved in order to apply commercial crossing rationally suited to the various circumstances.

Author suggests the following terminology for the different kinds and types of commercial crossing :

<i>I. Direct</i>	{ 1. cross-breeding of two pure breeds	Fig. 1
	{ 2. hybrid production	Fig. 2
<i>II. Indirect</i>	{ 1. crisscrossing	Fig. 3
	{ 2. rotation crossing	Fig. 4
	{ 3. combinative crossing	Fig. 5
	{ 4. combinative hybrid production	Fig. 6

In the 70's, Darwin thoroughly dealt with the biological consequences of crossing and its influence on vitality. Today we know that the deterioration in the course of inbreeding on the one hand and heterosis on the other, are opposite though essentially identical phenomena.

By heterosis practical animal breeders generally understand that in the crossbred progeny certain characteristics, serving as quantitative criteria in determining the value, appear in crossed progeny in a higher degree than in the progeny of any one purebred parent. No doubt that increased vigour going hand in hand with crossing, cannot be strictly separated from the quantitative characteristics of economic importance, connected with productive capacity. The superior biological value of the progeny deriving from cross-breeding was uniformly confirmed by the series of experiments conducted. In the unfavourable microclimatic stable, otherwise under favourable conditions, the mortality of the crossbred piglings was 2—5% less and in the so-called critical period of their age, at 2—4 weeks, their development was more even (Fig. 7). The vitality of the embryos of crossbred Hungarian hens was more than twice that of the embryos of purebred origin (Fig. 8). It was remarkable, that the crossbred individuals of the experiment proved to be of greater resistance to the usual poultry diseases and this particularly under unfavourable hygienic conditions (Table 1). On the other hand, the result of crossing made with the Jungle fowl (*Gallus bankiva*) showed that the offsprings deriving from such crossing showed, according to the proportion of bankiva blood, a decreasing resistance not only to infectious diseases but also to vaccines destined to create a certain immunity. For the percentage of mortality due to the different rearing diseases in Bankiva × Leghorn crosses, see table 2, for some groups regarding proportion of blood, see table 3, the great susceptibility to the vaccine against fowl plague (H-Hartfordshire-virus) is shown on table 4. In order to enhance the biological characteristics and to increase the capacity of resistance of the organism, primitive types should be approached most carefully, because experiments with a relatively large number of cases (over 500 Bankiva × Leghorn crossing) show, that under farm conditions of the cultured-bred types the capacity of resistance in such stock diminishes.

In commercial cross-breeding the question of uniformity of the progeny is of importance, as the stock must in the first place answer the requirements

of the market. The different percentages of variance (v) in this relation varied in pigs between 2,81—32,1% according to the breeds used for crossing (table 5). In case of species-hybrid-strains, however, the examination resulted in surprising uniformity; f. i. in case of crossing the Hungarian duck with the Muscovy drake. The experiences in mule breeding are similar.

The effect of heterosis with regard to the quantitative characteristics

a) As to species-hybrids, we succeeded in producing a considerable heterosis effect by crossing the Hungarian duck with the Muscovy drake. The development was 17% quicker (Fig. 9), the hybrid ducks yielded a liver 2,3—3 times greater (30—50 dkg) than that of the Hungarian duck and more valuable than first class goose liver (20% higher intercellular fat). The fattening ability was also superior (Fig. 10). The generally bad hatching results show wide individual fluctuations, insofar as after some drakes which within their own species displayed normal fertility, we obtained only 10% hatching results, after other drakes, however, the fertility in the course of hybridization (Table 6) was 52%.

b) In the field of cattle breeding, crossbreeding is still undeveloped in Hungary. Certain heterosis effects have been obtained from the evaluation of some herdbook data, from my earlier investigations and from practical experience. Crossbreeding carried out and proposed, of the Hungarian Red Spotted, the brown Swiss, the Kostroma, the Jersey, Danish red, the Ayreshire, eventually with one-sided beef-cattle, such as Angus, Galloway, Hereford breeds may lead to possibilities of further development. It must, however, be remembered that in cattle breeding, commercial crossing in the strict sense of the word may be applied only in a certain part of the stock because of the quick turn-over in the cow stock and of the slow reproduction rate. Here the question of combinative cross-breeding crops up (Hungarian Spotted \times dairy type: $F_1 \times$ beef type or cows not suitable for further breeding \times beef bulls).

Regarding horse breeding, combinative species crossing promises certain practical results (warm-blood \times cold-blood; F_1 mare \times donkey). It would be advisable to examine which warm-blood breeds and blood-lines are best suited for the production of good sturdy and quick farm horses.

Commercial crossing is mostly applied in pig breeding. Our experiments, in which we went in for crossing Mangalitza with various other breeds, particularly showed that the effect of heterosis manifests itself chiefly in piglings. (Fig. 11 illustrates the development of piglings deriving from the various crosses. Fig. 12 shows the different development within the litter of crossbreeds and purebred Mangalitza piglings produced by superfoecundation.) We succeeded in establishing certain maternal effects in Mangalitza \times Berkshire crosses in so far as the rate of the development is nearer to the constitution type of the mother (Fig. 13).

According to latest Hungarian researches in pig breeding, the indirect combinative commercial crossing (crisscrossing, three-breed-crossing) also proved to be useful. With this method it was possible to make good use of the favourable maternal characteristics of the crossbred sows, their fecundity and heterosis. Our examinations have showed that the inheritance of the individual boars may be of greater importance than the breed itself in crossbreeding (table 7 and fig. 14).

Crossbreeding experiment made on different types of hens have led to theoretical conclusions similar to those obtained in pigbreeding experiments. The daily average increase in weight of the crossbred individuals and their 120 day weight surpassed those of the purebred individuals (table 8). The smaller culling rate of the crossbred hens offers a considerable advantage. Most likely it is advisable to produce dual-purpose (meat- and egg-producing) types by crossing of specialised breeds, or by crossing two dual-purpose types, instead of keeping purebred dual-purpose stock, especially if the capacity of production of the latter is not yet satisfactory.

From the experiments we infer as follows :

The researches and experiences made in commercial crossing in Hungary confirm that only organized and rationally directed commercial crossing can bring about results. The rational direction should not be limited to the selection of suitable parental types but extended to the character and size of the farms. Not only foreign literature but also Hungarian experiences and investigations offer examples attesting the absence of heterosis effect in quantitative characteristics in consequence of crossing. It is surprising that in crossing Arab and English thoroughbred horses displaying valuable characteristics, hippologists both in Hungary and abroad have gained no favourable experiences. Our observations made in farms and our experiments have so far not resulted in proving that the crossing of Mangalitza and Large-White pigs was particularly advantageous. The progeny deriving from Leghorn and Rhode Island breeds did not show any special advantages, compared with the parental breeds, whereas Plymouth-rocks and Leghorns furnished a very good dual-purpose animal. With regard to biological features (greater capacity of resistance, chiefly under unfavourable conditions, smaller culling rate, better fertility, etc.), the crossbred animals generally proved superior also, when the economic characteristics in the strictest sense of the word do not reveal themselves favourably.

A question very often discussed is, whether the F_1 generation should be used for further breeding. In consequence of the great unsteadiness of the progeny, particularly in an unorganized form, this as a rule cannot be recommended. It is doubtless, however, that according to recent Hungarian observations, under certain given circumstances it might be considered advantageous to cross F_1 generations with purebred males for further breeding. But this can be allowed only under strict supervision lest the danger be incurred that

animals of decreased economic value crop up, in which the characteristics are combined in an unfavourable way, or the crossed stock will in time drive out the valuable purebred stock intended for breeding purposes.

On the basis of our experiences gained in regard to the effect of heterosis, and in breeding, I suggest in the interest of increasing the producing capacity of farm animals, the application of the following considerations :

1. The typical characteristic of heterosis may turn up in a long series of different economic qualities. Therefore we must, in both experimental and practical work, be greatly concerned with the cumulative character of features engendered by crossbreeding (f. i. conception, intrauterine life, birth weight, number of newborn, resistance before weaning, postnatal development and food utilization when grown up, culling percentage, longevity, etc.). Only in their totality do the economic qualities such as the favourable productivity due to crossbreeding, better fertility, quicker growth, longer beneficial duration of life, quality of the produce, demands with regard to nutrition and management conditions etc. give a true picture of the productivity of the crossbred animals as compared to the parental breeds. Hence investigations should in the future cover all these features in order to establish comprehensively and satisfactorily, whether a given crossbreeding is rational or not quite economical.

2. Commercial crossing has also numerous connections with farm organisation (f. i. cost of keeping two breeds, installation of farms for specialised crossbreeding, the self-costs connected with the application of methods used in commercial crossings, the importance of the size of the farm, etc.). The study of these items could furnish useful data to the optimal organisation of crossbreeding in large- or small-farms of the various types of animals.

3. Experiments should be continued to find out whether and to what extent the different breeds may be used for direct or indirect commercial crossing and further to establish which combination gives the most favourable heterosis effect.

4. In the interest of making better use of the possibilities of crossbreeding it seems advisable to introduce or produce new breeds and types — in the first place specialised breeds — which enable us to cross breeds belonging to extreme types from the point of view of constitution, on the one hand, and to direct in a relatively short time in any desired direction the development of the types and productive capacity of the progeny destined for market purposes, on the other.

5. It is necessary to gradually encourage the development of such blood-lines, which can be crossed with each other with particularly good results.

Besides these briefly sketched general considerations, the following theses can be put forth :

1. The experimentally proved fact (in pig and poultry breeding) that in case of commercial crossing, the hereditary make up of the parents is often

of greater importance than the breed, makes it necessary in commercial crossbred-groups to use simplified methods of progeny test. Such a method is, for instance, the one elaborated with my collaborators, and applicable in pig breeding for establishing the food utilization capacity. These methods may help in the construction of breeds and blood-lines, which are apt to increase the productivity in heterosis breeding.

2. In the course of Muscovy \times Hungarian duck crossbreeding, numerous individual differences showed up in the fertilising capacity of the Muscovy drakes. This circumstance speaks for the fact, that results in this respect may be attained in selecting the convenient lines of males better suited for reproduction, by changing the ecological conditions and by applying approximating methods characterized by vegetative hybridisation. For animal groups intended for the production of species-hybrids, it seems advisable through the control of the economic and biologic characteristics of the species-hybrid-progeny to do the breeding-selection work in the parents stock.

3. Crossbred progeny deriving from domesticated breeds generally show, even under unfavourable hygienic conditions, some superiority to purebred individuals, as far as disease resistance is concerned. The greater vitality of such crossbreds does, however, not always show up. If one of the parents, or both, in the course of their genealogical development had had no contact with different contagious diseases, we can reckon with the manifestation of an increased specific inclination of the progeny, as is strikingly shown in Bankiva hens crossed with domesticated breeds. In animal breeding many hold the view that for the preservation or re-establishment of good constitution it is advisable to draw on primitive populations of wildliving species relatives. This, however, under domesticated conditions does not always hold good, for such crossbreds prove to be of highly diminished resistance to diseases.

4. For commercial production the question deserves thorough consideration, whether in certain cases it would not be more rational to produce dual-purpose types by crossbreeding. The reasons are the following:

a) The breeding of dual-purpose types, in many cases, is a complicated and wearisome task, especially when physiological and morphological antagonisms must be overcome.

b) There are only few such individuals, even in old established dual-purpose breeds, which are equally prominent in both respects, (f. i. egg and meat production, milk and meat yield, heavy body and temperament etc.).

c) The production of dual-purpose animals by way of crossbreeding seems to offer possibilities to combine the advantageous economic and biologic qualities on a relatively high standard.

The foreign experiments as well as the briefly outlined positive results attained, open new vistas for the development of the productivity of our animal

breeding. Today there is no doubt that commercial crossing can successfully be applied in practice on a smaller or larger scale in most animal species, though a lot of research and organisatory work is still ahead of us, until the possibilities offered by commercial crossing can be fully and best made use of in every field of practice.

I feel that we, researchers, and also the practical experts and labourers must turn with increasing interest to the question of commercial crossing, so that this may be performed in such a way that will protect us from dangers of unorganized, unsystematic or stereotyped crossing.

Summary

Author proposes for the different kinds and types of commercial crossbreeding the following terminology, according to producing for the market or partly also for further breeding :

1. cross-breeding of two pure breeds (Fig. 1)
- I. Direct 2. hybrid-production (parents belonging to two different species) (Fig. 2)
3. crisscrossing (Fig. 3)
- II. Indirect 4. rotation crossing (Fig. 4)
5. combinative crossing (Fig. 5)
6. combinative hybrid production (Fig. 6).

According to Hungarian experiments it has been established that the quantitative characteristics of economic importance, connected with the productive capacity, cannot be strictly separated from the so called hybrid vigour going together with crossbreeding. Hybrid vigour manifested itself especially under unfavourable microclimatic and hygienic conditions.

In the interest of increasing the producing capacity of farm animals author suggests the application of the following considerations :

1. Heterosis may turn up in long series of different economic qualities. Therefore, increased care has to be taken in both experimental and practical work as to the cumulative effect of crossbreeding (f. i. conception, intra-uterine life, birth-weight resistance, food-utilisation, culling rate, longevity etc.) Only the evaluation of all the qualities show a real, true picture of the productivity of the crossbred animals, against the parental pure breeds.

2. In order to make better use of the possibilities of crossbreeding it seems advisable to introduce or produce new breeds and types — in the first place *specialized breeds* — which are suitable to provoke the desirable types of the crossbreds according to the often changing market demands.

3. The experimentally proved fact that in case of commercial crossing, the inheritance of the parents is often of greater decisive importance than the breed, makes it necessary that in commercial crossbred-groups, simplified methods of progeny testing be used to improve the suitability of the parents. This is also important for parental stock with a destination to produce species crosses (hybrids).

4. For commercial production the question deserves thorough consideration, whether in certain cases it would not be rational to produce dual-purpose types by crossbreeding. The motives herefor are the following :

a) The object of breeding dual-purpose breeds is a complicated and wearisome task, also because physiological and morphological antagonisms must often be overcome.

b) There are only few such individuals, even in old established dual-purpose breeds which are equally prominent in both respects and have at the same time an economic production in both directions.

c) The production of dual-purpose animals by way of crossing seems to offer possibilities to combine the advantageous economical and biological qualities on a relatively high standard.

LITERATURE

1. *Ameo, S., Chiba, H.* : Vergleich der Verdaulichkeit von Futtermitteln bei Maultieren und Pferden. Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiol. 61/1 (1953).
2. *Anghi—Antalfia* : Data about the characteristic of the economical constitution of Poultry breeds. Agrártudomány, 1951 1. sz.
3. *Botka* : Does Heterosis show up in Poultry Breeds when Crossing? Dissertation, (doctoral) Agricultural Science, 1943.
4. *Casida* : The Repeat Breeder Cow. A. B. Abstr. Vol. 19, No. 3, 1951.
5. *Cole Johannson* : Inheritance in Crosses of Jersey and Holstein Frisian with Aberdeen Angus Cattle. Dairy Science, Ab. col. 12 No. 4, 1951.
6. *Csáky, F.* : Pig Fattening. 1936.
7. *Csukás, Z.* : Poultry Breeding. 1935.
8. *Давыдов, С. Г. — А. И. Фомин* : Промышленное скрещивание в птицеводстве. Дост. науки и пер. опыта в с/х., Москва, 1952. № 10, стр. 70—75.
9. *Darwin, Ch.* Variation of Animals and Plants under Domestication. London : John Murray Ed.
10. *Доброхотов, А. Ф.* : Частное животноводство. Сельхозгиз, Москва, 1949.
11. *Dobberstein, S.* : Das Problem der Erbkrankheiten in seiner Bedeutung für die Veterinärmedizin und Tierzucht. Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie. 1951, Bd. 59.
12. *Erfurth, A.* : Neue Wege der Harzviehzucht. Tierzucht 7. No. 4.
13. *Engeler, W.* : Derzeitige Ansichten über Zuchtmethoden. Reinzucht oder Kreuzungszucht. Bericht des VI. Internationalen Tierzuchtkongresses. 1952.
14. *Филанский, К. Д.* : Повышение продуктивности животноводства. Сельхозгиз, Москва 1949.
15. *Gütgens* : 50 Jahre dänische Jerseyzucht. Der Tierzüchter 1953. 7.
16. *Гордешинко, М.* : Герефордский скот в совхозах Казахстана. Совхозное производство, 1945. № 7, стр. 31—35.
17. *Hansen Larson, L.* : Züchtungsmethoden in der dänischen Rinderzucht. VI. Internationaler Tierzuchtkongress 1952.
18. *Hilder, R. A., Fohrmann, M. H.* : Growth of First Generation Crossbred Dairy Calves. Journ. Agr. Res. 1949, 74, 457—469.
19. *Horn, A.* : The Conception of «The Balance of Economic and Biological Characters» and the Way to Secure Same by Zootechnical Methods. Magy. Tud. Akad. VIII. oszt. közl. 1952. Vol. 1. No. 2.
20. *Horn, A.* : New Principles in Cattle Breeding. 1942 Pátia. 134—144.
21. *Horn, A., Kertész, F., Csire, L.* : Reciprocal Crossing of Mangalica × Berkshire Pigs and the Relative Economic Value of the Progeny. Állattenyésztés, Tom. 1, No. 1, 1952.
22. *Horn, A., Kertész, F., Csire, L., Kazár, Gy.* : Data about Crossings between Mangalica Sows × White Pork Pig Boars. I. II. rész. Állattenyésztés, Tom. 1, No. 3—4, 1952.
23. *Horn, A., Tóth, P.* : Food Utilization and Qualitative Examinations of Reciprocal Crossed Mangalica × Berkshire Pigs. Agrártud. Egyetem mg. Kara évkönyve 1951.
24. *Horn, A., Tóth, G. S., Gerencsér, V.* : The Effect of Heterosis in the Course of Development and Fattening in Crossing Hungarian Dual Purpose Poultry. Agrártud. Egyetem mg. Kara évk. 1951.
25. *Horn, A., Tóth, G. S., Gerencsér, V.* : The Question of Development, Fattening, Resistance, Egg Productivity of Hungarian Poultry Breeds in the Course of Crossing. Agrártudomány 1953, V. évf.
26. *Horn, A., Gerencsér, V., Tóth, G. S.* : A New Species Hybrid in the Service of our Poultry Breeding of High Productivity. Agrártud. 1952.
27. *Horn, A., Kertész, F., Csire, L.* : Eine neue Methode zur individuellen Prüfung der Futterverwertungsfähigkeit der Mangalicaschweine in Zuchtbetrieben. Acta Agronomica, Tom. III, Fasc. 3, 1953.
28. *Ilong, W. de* : Present Viewpoints on Breeding Methods. The VIth International Congress of Animal Husbandry 1952.
29. *Johannson* : Heritability of Milk and Butter Fat Production. Am. Breeding, Abstr. vol. 18 No. 1.
30. *Jull, M. A.* : Poultry Husbandry 1940.
31. *Карпов, А.* : Метизация местного скота. Совхозное производство, 1945.
32. *Kertész, F.* : A Few Words about Pig Crossing. Magy. Állatteny. 1947.
33. *Knox, C. W., Olsen, M. W.* : A Test of Cross Bred Chickens. Single comb White Leghorns and Rhode Island red. Poultry Science 1938. 171. 193—199.

34. *Konkoly-Thege, S., Pöhl, H.* : Report about Experiments Made in the Model Farm Founded by Szelényi. 1928.
35. *Konkoly-Thege, S.* : The Improvement of the Meat Production of our Cattle by Crossing. Not published.
36. *Korkman, N.* : Possibilities and Methods of Crossbreeding. VI., Congr. Int. de Zootechnie 1952.
37. *Лебедев, М. М. — Либизов, М. П.* : Скрещивание и двойное спаривание в пользoвательном животноводстве. Сельхозгиз, Москва, 1952.
38. *Лысенко, Т. Д. — Юдин, В. М.* : Мичуринские методы работы советских зоотехников по созданию новых пород с/х животных. Правда, Москва, 1949.
39. *Lush, I., Shearer, T. S., Culbertson, C. C.* : Crossbreeding for Production. Iowa Agr. Exp. St. Bal. 380, 1940.
40. *Милованов, В. К.* : Оплодотворение, жизнeнность и пол с/х животных. Ж. общ. биол. 1952. 2. 105—121.
41. *Милованов, В. К.* : Повышение жизнeнности приплода с/х животных. Сельхозгиз, Москва, 1953.
42. *Miller, M. P., Dalley, D. L.* : A Study of Crossbreeding Sheep. A. B. A. Vol. 19., No. 4, 1951.
43. *Ossent, H.* : Ein seucheimmunes wildfarbiges Hausschwein. Der Züchter Ig. 4, H. 6., 1932.
44. *Овсянников, А. Й.* : Пищеварение и обмен веществ у помесей промышленного скрещивания. Вестник животноводства, 1948. 16. 4.
45. *Пак, Д. Н.* : Биологические особенности помесей. Сов. зоот. 1950. 5. 11—19.
46. *Пастухов, З.* : Промышленное скрещивание в молочном скотоводстве. Совх. газ., 1952. 133.
47. *Quittet, E., Poly, I.* : Conceptions Actuelles en matière d'élevage. VI. Congrès International de Zootechnie 1952.
48. *Rac, E. L.* : Crossbreeding of Sheep. A. B. A. 1952. vol. 20 No. 4.
49. *Rácz, M.* : Comparative Practical Experience about the Development Fattening Ability and Capacity of Food Utilization of Pigs Deriving from Crossing of Pure Brod Mangalica × Berkshire Pigs. Állattenyésztők Lapja 1929.
50. *Ростовцев, Н. Ф.* : Межпородное скрещивание остфризского скота с красным горбатовским. Совх. зоот. 1951—6.
51. *Редькин, А. П. — Козловский, В. Р.* : К вопросу об использовании мангалицских свиней для промышленного скрещивания. Совх. зоот. 1953.
52. *Rice, A.* : Breeding and Improvement of Farm Animals. Mc Craw Hill. Book Comp. 1942.
53. *Robertson, A.* : Cross Breeding Experiments with Dairy Cattle. Anim. Breeders, Ab. 1949. 21. 208—308.
54. *Schandl, J.* : Cattle Breeding 1952.
55. *Schandl, J.* : Sheep Breeding. 1953.
56. *Schandl, J.* : Commercial Crossing. Állattenyésztés.
57. *Schandl, J., Konkoly-Thege, S.* : Animal Husbandry 1948.
58. *Schmidt, J.* : Kreuzungsversuche mit verschiedenen Rindrassen. Züchtungskunde. Band 25., 1953.
59. *Штейман, С. И.* : Как создано рекордное караваевское стадо. Сельхозгиз, Москва, 1948.
60. *Shull, G. H.* : The Gerotypes of Mice. Amer. Nat. 45. 1911.
61. *Томме, М. Ф. — Новиков, Е. А.* : Общая зоотехника. Сельхозгиз, Москва, 1950.
62. *Wellmann, O.* : Animal Husbandry.
63. *Winters, L. M., Jordan, P. S., Kiser, O. M., Gomstock, E. L.* : The Minnesota Studies of Crossbreeding Swine. Amer. Soc. An. Prod. 196—203, 1937.

ДАННЫЕ К ХОЗЯЙСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ, БИОЛОГИЧЕСКИМ И ЗООТЕХНИЧЕСКИМ ВОПРОСАМ ПРОМЫШЛЕННОГО СКРЕЩИВАНИЯ, С ОСОБЫМ УЧЕТОМ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВЕНГРИИ

А. ХОРН

Резюме

Во-первых, автор дает предложение относительно терминологии различных форм скрещивания промышленного скота в зависимости от того, что потомство женского пола ставится ли частично на службу дальнейшего разведения (косвенное скрещивание промышленного скота) или ставится непосредственно, исключительно на товарное производство или прочее использование (прямое скрещивание промышленного скота):

I. Прямое скрещивание:

1. Межпородное промышленное скрещивание (рис. 1).
2. Межвидовое скрещивание (гибридизация, бастардизация) (рис. 2).

II. Косвенное:

1. Отборное скрещивание (переменное-, варьирующее-, перекрестное оплодотворение) (criss-crossing) (рис. 3).
2. Ротационное скрещивание, скрещивание нескольких пород (рис. 4).
3. Комбинированное межпородное скрещивание (рис. 5)
4. Комбинированное межвидовое скрещивание (гибридизация) (рис. 6).

Далее автор занимается влиянием жизнеспособности, которое проявляется в результате скрещивания, и указывает, что от связанных с продуктивностью количественных свойств нельзя резко отделить сопровождающую скрещивание повышенную жизнеспособность (vigor).

Повышенная биологическая ценность потомства, полученного в результате скрещивания, нашла свое единогласное подтверждение в серии опытов, проведенных автором и его сотрудниками. Из помесей-поросят погибло на 2–5% меньше, а их развитие в так называемом критическом периоде, в возрасте от 3–4 недель, было более бесперебойным (рис. 7). Жизнеспособность развивающихся эмбрионов в яйцах, полученных в результате скрещивания венгерских пород кур, превышала больше чем в два раза жизнеспособность эмбрионов, полученных из чистопородного спаривания подопытных видов (рис. 8). Заслуживает особого внимания то, что в опытах скрещенные экземпляры показывали большую сопротивляемость к обычным заболеваниям птиц, особенно при неблагоприятных условиях гигиены (табл. 1). В противоположность этому, результаты скрещиваний с банкивской курицей (*Gallus bankiva*) показали, что полученное из скрещивания потомство, по мере повышения крови банкивской курицы, проявляло меньшую сопротивляемость не только к культурным болезням, но даже и в отношении к вакцинам (например, *Hartforts hirevacinia*), призванным вызвать известный иммунитет.

В потомственных группах у свиней было замечено понижение однородности в зависимости от крайности скрещиваемых типов: чем далее стояли друг от друга типы родителей, тем более понижалась степень однородности. (таблица 5), а в случае гибридизации (межвидового скрещивания) исследования показали поразительную однотипность.

Проявление гетерозного действия и его формирование в области количественных свойств.

Автору и его сотрудникам удалось в отношении межвидовых гибридов определить признаваемое школьным примером гетерозное действие при скрещивании венгерской утки с дикой южно-американской уткой (рост быстрее на 17% [см. рис. 9], далее печенка утки в 2,3–3 раза больше (300–500 гр.) и более ценная, чем гусиная печенка (на 20% больше внутрицеллюлярного мира); отмечается также превосходная способность утки к откорму (см. рис. 10).

В области межпородного скрещивания в скотоводстве Венгрии предприняты лишь первые шаги. Скрещивания венгерской пестрой породы с симментальской, швицкой, костромской, джерсейской, датской красной и айрширской, и двумя односторонними мясными типами: с ангусской и герефордской бесспорно скрывают в себе возможности дальнейшего развития.

В коневодстве, — по мнению автора, — комбинированное межвидовое скрещивание обещает хорошие результаты (теплокровная × холоднокровная породы: кобыла-гибрид первого поколения × осел). Необходимо было бы исследовать, какие породы и линии животных являются самыми подходящими для разведения хорошей пользовательной лошади-гибрида.

Промышленное скрещивание нашло самое большое распространение в свиноводстве. Автор и его сотрудники проводили свои исследования, главным образом, по скрещиванию мангалицской породы с различными заводскими породами. Эти опыты показали, что гетерозное действие проявляется, в первую очередь, в возрасте поросят.

Напротив, это действие проявляется в менее значительной степени в отношении использования корма. Согласно новейшим отечественным исследованиям, в свиноводстве косвенные комбинированные промышленные скрещивания также оказались выгодными.

Исследования автора и его сотрудников характерно выявили, что в скрещивании более решающее значение может иметь наследственность отдельных хряков, чем подбор отдельных пород (Таблица 7 и рис. 14).

Опыты по скрещиванию различных пород кур привели к подобным же принципиальным определениям, как и опыты в свиноводстве.

На основании результатов своих исследований, автор приходит к нижеследующим выводам:

Отечественные исследования и приобретенный опыт в области промышленного скрещивания доказывают, что только организованное, рационально направленное промышленное скрещивание может привести к желаемым результатам. Такое рациональное направление должно быть направлено не только на подбор самых соответствующих родительских пар и типов, но оно одновременно должно учитывать также и характер и величину хозяйства. Примеры на то, что в результате скрещиваний — в первую очередь в отношении количественных свойств — не всегда наблюдалось гетерозное действие, имеются не только в зарубежной литературе, но и в отечественном опыте и в кругу отечественных исследований. Однако, в отношении свойств биологического характера (повышенная устойчивость, пониженный процент падежа, более высокая плодовитость и т. д.) скрещенные животные в общем имеют преимущество и в том случае, когда их хозяйственные качества, в тесном смысле слова, не развертываются благоприятно.

Весьма спорным является вопрос о применении гибрида первого поколения для дальнейшего разведения. Ввиду значительной изменчивости потомства гибридизации такого разведения в общем, а особенно в неорганизованной форме советовать нельзя. С другой стороны не подлежит сомнению, что имеются отечественные наблюдения, согласно которым скрещивание потомства гибрида первого поколения с чистопородными производителями в определенных формах можно признать благоприятным для дальнейшего разведения.

Автор, в целях повышения гетерозного действия и для повышения продуктивности, на основании опыта накопившегося в связи с этим в племенной работе, предлагает осуществление нижеследующих точек зрения:

1. Характерным для гетерозиса является то, что он может проявляться в целом ряде свойств, служащих мерилom ценности. Поэтому в будущем в повышенной мере должно быть обращено особое внимание на кумулятивное проявление вызванных скрещиванием признаков. Полезные с хозяйственной точки зрения свойства, как например, происходящая из скрещивания повышенная плодовитость, лучшая многоплодность, более интенсивный рост, более продолжительная продуктивная жизнь, качество продукции, требовательность к условиям как кормления, так и содержания и т. д. — в конечном итоге дают только совместно, в совокупности, полную картину о продуктивности или преимуществе скрещенных животных по сравнению с родительскими породами.

2. Промышленное скрещивание имеет также много производственно-организационных вопросов (например, дополнительные расходы по содержанию двух пород, создание племенных стад для специальных скрещиваний, вопросы, связанные со снижением себестоимости, применяемых в промышленном скрещивании методов, значение размеров хозяйств и т. п.). Изучение данных вопросов, может предоставить весьма ценные данные как для оптимальной организации скрещивания по видам животных в условиях мелкого и крупного хозяйства, так и для размера специализации отдельных хозяйств.

3. Для лучшего использования предоставляемых скрещиванием возможностей, целесообразным является внедрение, а может быть и выведение таких новых, в первую очередь *специализированных пород*, использованием которых, с одной стороны, дается возможность скрещивания принадлежащих к более крайним конституционным типам пород, а с другой стороны, — при помощи которых за относительно короткий срок можно направить по определенному пути развития тип и продуктивность потомства, служащего целям товарной продукции.

4. Подтвержденный также опытом факт (в свиноводстве и птицеводстве), согласно которому в промышленном скрещивании наследственность родителей в отдельных случаях может иметь более решающее значение чем сама порода, выдвигает необходимость

применения и в промышленном скрещивании, по мере возможности, упрощенных методов проверки потомства.

5. В межвидовом скрещивании диких южно-американских уток проявляются значительные индивидуальные расхождения в оплодотворяющей способности самцов. Это обстоятельство говорит за то, что с изменением экологических условий хорошие результаты достигаются также и отбором линий самцов с высшей чем средней оплодотворяющей способностью. Целесообразным является в средних группах животных, предназначенных для получения межвидовых гибридов, проводить племенной отбор родителей на основании хозяйственных и биологических свойств скрещенного потомства.

6. Происходящее из скрещивания культурных пород скрещенное потомство, — даже в неблагоприятных гигиенических и зоотехнических условиях, — имеет в общем, в отношении сопротивляемости к различным болезням, преимущество по сравнению с чистопородными животными.

7. Вопрос о целесообразности создания общепользовательных типов животных путем промышленного скрещивания заслуживает основательного обсуждения, особенно в тех случаях, когда для целей товарной продукции разводятся еще несовершенно выведенные породы общепользовательных животных. Это обуславливается следующими мотивами:

а) Ввиду многосторонности заданий в племенном деле, выведение общепользовательной породы животных является сложным и длительным.

б) Весьма мало таких особей, — даже среди общепользовательных пород, имеющих долголетнее племенное прошлое и могущих во всех отношениях обеспечить выдающиеся результаты. (Например, яйценоскость и мясная продукция, молочная и мясная продукция, массивность тела и быстрота и т. д.)

в) Полученное путем скрещивания общепользовательное животное может развивать выгодные хозяйственные и биологические свойства, служащие мерилем стоимости, и одновременно может осуществить их единство на сравнительно оптимальном уровне.

Зарубежный опыт, как и результаты кратко изложенных отечественных исследований, о которых автор уже приводит положительные данные, несомненно открывают новые перспективы для повышения продуктивности венгерского животноводства. Неоспоримым фактом сегодня следует считать то, что промышленное скрещивание может в большей или меньшей мере найти успешное практическое применение в разведении большинства видов животных. Однако, неоспоримо и то, что для достижения этой цели требуется еще много организационной и исследовательской работы, чтобы широкая практика была в состоянии полностью и оптимально использовать все возможности, предоставляемые ей промышленным скрещиванием.

BEITRÄGE ZU DEN WIRTSCHAFTLICHEN, BIOLOGISCHEN UND ZÜCHTUNGSTECHNISCHEN FRAGEN DER GEBRAUCHSKREUZUNG BEI BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER UNGARISCHEN FORSCHUNGSERGEBNISSE

Von
A. HORN

Zusammenfassung

Verfasser schlägt zunächst für die verschiedenen Arten und Typen von Gebrauchskreuzungen die folgende Terminologie vor, je nachdem die weibliche Nachzucht zur Weiterzucht verwendet wird oder nicht:

I. Unmittelbare Gebrauchskreuzung

1. Gebrauchskreuzung verschiedener Rassen (Abb. 1).
2. Erzeugung von Artbastarden (Hybridisation, Bastardisation) (Abb. 2).

II. Mittelbare Gebrauchskreuzung

1. Einfache Wechselkreuzung (*criss-crossing*) (Abb. 3).
2. Rotationskreuzung (Abb. 4).
3. Kombinations Kreuzung (Abb. 5).
4. Kombinatare Artbastarden Erzeugung (Abb. 6).

Im weiterem befasst sich Autor mit der Auswirkung der Kreuzung auf die Lebensfähigkeit und weist darauf hin, dass die mit der Kreuzung einhergehende grössere Lebensfähigkeit

nicht scharf von jenen quantitativ erfassbaren Eigenschaften getrennt werden kann, die mit der Leistung zusammenhängen.

Der grössere biologische Wert der aus der Kreuzung stammenden Nachkommen konnte in den vom Verfasser und seinen Mitarbeitern ausgeführten Versuchsreihen eindeutig bestätigt werden. Die gekreuzten Ferkel zeigten um 2 bis 5 % geringere Verluste, und ihre Entwicklung war in der sog. kritischen Periode, im Alter von 3 bis 4 Wochen ungestörter (Abb. 7). Die Lebensfähigkeit der Embryonen, die aus Eiern aus der Kreuzung ungarischer Hühnerrassen stammten, übertraf die der Embryonen, die aus der rassenreinen Paarung der zum Versuch herangezogenen Rassen hervorgingen, um mehr als das Doppelte (Abb. 8). Beachtenswert war hierbei, dass in den Versuchen die gekreuzten Individuen eine grössere Resistenz gegenüber den üblichen Geflügelkrankheiten zeigten, insbesondere unter ungünstigen hygienischen Verhältnissen (Tabelle I). Demgegenüber ging aus den Ergebnissen der Kreuzungen mit dem indischen Bankivahuhn (*Gallus bankiva*) hervor, dass die aus der Kreuzung stammenden Nachkommen den Krankheiten gegenüber und sogar den eine gewisse Immunität verleihenden Vakzinen gegenüber (Hartfortschire Vakzine) eine im Verhältnis zur Zunahme des Bankivablutanteils abnehmende Resistenz aufwiesen (Tabelle II und IV).

Die Kreuzungen bei Schweinen zeigten eine Abnehmende Homogenität, welche mit dem Unterschied zwischen dem Elternformen zunahm (Tabelle V), während bei Artbastarden eine überraschende typenmässige Übereinstimmung festgestellt werden konnte.

Die Untersuchungen in der Ausgestaltung der Heterosiswirkung auf dem Gebiete der quantitativen Eigenschaften ergab auf dem Gebiete der Artbastardisation eine bedeutende, gleichsam als Schulbeispiel anzusprechende Heterosiswirkung bei der Kreuzung der Ungarischen Ente mit der Bisamente (um 17 % schnellere Entwicklung, s. Abb. 9), ferner eine Leber, die 2,3- bis 3mal so gross war wie bei der Ungarischen Ente (30 bis 50 Dg) und sich dabei wertvoller zeigte als die Gansleber I. Klasse (um 20 % mehr intrazelluläres Fett), sowie eine vorzügliche Mastfähigkeit (Abb. 10).

In der Rinderzucht sind in Ungarn auf dem Gebiete der Rassenkreuzung erst die ersten Schritte erfolgt. (Ungarisches Fleckvieh, Graubraunes Gebirgsvieh, Jersey Kostromaer, Dänisches Rotvieh, Ayrshire, mit einseitigen Fleischrassen wie Angus, und Hereford.)

In der Pferdezucht dürfte nach Ansicht des Verfassers die kombinatorische Erzeugung von Artbastarden Aussicht auf Erfolg haben (Warmblut \times Kaltblut : Kreuzungsstute \times Esel). Es ist zu untersuchen, welche die entsprechendsten Warmblutrassen und Blutlinien zur Züchtung von guten gekreuzten Nutzperden sind.

In der Schweinezucht ist die Gebrauchskreuzung am verbreitetsten. Die vom Verfasser und seinen Mitarbeitern durchgeführten Untersuchungen — in erster Linie an Mangalitza-schweinen und verschiedenen Züchtungsrasen — zeigten besonders deutlich, dass die Heterosiswirkung vor allem bei den Ferkeln in Erscheinung tritt, wogegen sich jedoch diese Wirkung bei der Futterverwertungsfähigkeit nicht signifikant zeigt.

Nach neueren ungarischen Untersuchungen haben sich in der Schweinezucht auch mittelbare kombinatorische Gebrauchskreuzungen als vorteilhaft erwiesen.

Aus den Untersuchungen ging auch deutlich hervor, dass die Erbanlagen der einzelnen Eber von grösserer Bedeutung sein konnten als die zur Kreuzung ausersehene Rasse (Tabelle VII und Abb. 14).

Mit verschiedenen Hühnerrassen ausgeführte Kreuzungsversuche führten zu ähnlichen grundsätzlichen Feststellungen wie in den Schweinezüchtungsversuchen.

Aus den vom Verfasser und seinen Mitarbeitern durchgeführten Untersuchungen können die nachstehenden Folgerungen gezogen werden :

Auch die auf dem Gebiete der Gebrauchskreuzung durchgeführten ungarischen Forschungen und die dabei gemachten Erfahrungen bestätigen, dass nur eine organisierte, rationell gelenkte Gebrauchskreuzung zu Erfolgen führen kann. Diese rationelle Lenkung hat sich nicht nur auf die Auswahl der entsprechendsten Elternpaare und Typen zu erstrecken, sondern hat auch den Charakter und die Grösse der einzelnen Betriebe zu berücksichtigen. Nicht nur in der ausländischen Literatur, sondern auch im Laufe der ungarischen Erfahrungen und Forschungsarbeiten finden sich Beispiele, dass sich als Ergebnis der Kreuzung — vor allem hinsichtlich der quantitativen Eigenschaften — keine Heterosiswirkung zeigte. Hinsichtlich der biologischen Eigenschaften (grössere Widerstandsfähigkeit, geringere Mortalität, bessere Fruchtbarkeit usw.) sind jedoch die gekreuzten Tiere im allgemeinen selbst dann im Vorteil, wenn sich ihre im engeren Sinn genommenen wirtschaftlichen Eigenschaften nicht günstig entfalten.

Eine viel umstrittene Frage ist die der Benutzung der F_1 -Generation zur Weiterzüchtung. Wegen der grossen Variabilität kann dies im allgemeinen — und besonders in unorganisierter Form — nicht empfohlen werden. Immerhin gibt es zweifellos schon jetzt ungarische Beobachtungen, nach denen die Kreuzung der F_1 -Generation mit reinrassigen Vätertieren zur Weiterzüchtung unter gewissen genau umschriebenen Formen als vorteilhaft anzusprechen ist.

Auf Grund seiner auf dem Gebiete der Heterosiswirkung und der diesbezüglichen Züchtungsarbeit gewonnenen Erfahrungen schlägt der Verfasser vor, im Interesse der Steigerung der Produktivität folgende Gesichtspunkte im Auge zu behalten.

1. Es ist ein Charakterzug der Heterosis, dass sie in einer ganzen Reihe von wertbestimmenden Eigenschaften zur Geltung kommen kann. Deshalb ist in Zukunft ein gesteigertes Augenmerk auf die Verwirklichung des kumulativen Auftretens der durch die Kreuzung hervorgerufenen Eigenschaften zu richten. Die wirtschaftlich günstigen Eigenschaften — wie die aus der Kreuzung herrührende günstigere Leistung, die bessere Fruchtbarkeit, das schnellere Wachstum, die längere Nutzungsdauer, die Qualität der produzierten Ware, die Ansprüche gegenüber den Fütterungs- und Haltungsverhältnissen usw. — vermitteln letztlich nur zusammen, in ihrer Gesamtheit ein vollständiges Bild über die Produktivität eines gekreuzten Tieres oder über seine Vorteile im Vergleich zum reinrassigen Ausgangsmaterial.

2. Die Gebrauchskreuzung weist auch zahlreiche betriebsorganisatorische Fragen auf (z. B. die Mehrkosten der Haltung von zwei Rassen, die Aufstellung von spezialisierten Züchten zur Erzeugung von Kreuzungstieren, die Fragen der Selbstkostenverminderung bei der Anwendung der einzelnen Gebrauchskreuzungsmethoden, die Bedeutung der Grösse des Betriebes usw.). Die Untersuchung dieser Fragen kann zu wertvollen Angaben für die einzelnen Tierrassen führen, auf Grund deren man die gross- und kleinbetrieblich optimale Organisation der Kreuzung und das Ausmass ihrer Spezialisierung in den einzelnen Betrieben wird feststellen können.

3. Im Interesse der besseren Ausnutzung der Kreuzungsmöglichkeiten ist es zweckmässig, diejenigen neuen Rassen — in erster Linie *spezialisierte Rassen* — einzubürgern oder eventuell herauszuzüchten, deren Benützung einerseits die Kreuzung von Rassen ermöglicht, die extremeren Konstitutionstypen angehören, und mit denen andererseits der Typ und die Leistung der für den Marktbedarf bestimmten Nachkommen in verhältnismässig kurzer Zeit in eine beliebige bestimmte Richtung gelenkt werden können.

4. Die auch experimentell bestätigte Tatsache (in der Schweine- und Geflügelzucht), dass die Erbanlagen der Eltern bei der Gebrauchskreuzung fallweise eine grössere Bedeutung besitzen als die herangezogene Rasse, macht es notwendig, bei der Gebrauchskreuzung womöglich vereinfachte Methoden der Nachkommenprüfung anzuwenden.

5. Die Bisamente zeigt im Laufe der Artbastardisation beträchtliche individuelle Abweichungen in bezug auf die Befruchtungsfähigkeit der männlichen Individuen. Dieser Umstand spricht dafür, dass durch die Veränderung der ökologischen Verhältnisse und die Anwendung der Selektion von Blutlinien von Vartieren mit einer überdurchschnittlichen Befruchtungsfähigkeit bei Artbastardisierung Aussicht auf Erfolg hat. Im Rahmen von Durchschnittsgruppen zur Erzeugung von Artbastarden scheint es zweckmässig, die Zuchtauslese im Kreise der Eltern auf Grund der wirtschaftlichen und biologischen Eigenschaften der Artbastarden nachkommen fortzusetzen.

6. Aus der Kreuzung von Kulturrassen stammende Nachkommen weisen selbst unter ungünstigen hygienischen und veterinärmedizinischen Verhältnissen im allgemeinen bessere Eigenschaften hinsichtlich der Resistenz gegenüber verschiedenen Krankheiten auf als die reinrassigen Individuen.

7. Insbesondere wenn man nicht entsprechend herausgezüchtete Mehrzweckrassen zur Verfügung hat, verdient die Frage eine gründliche Überlegung, ob es zu diesem Zweck gegebenenfalls nicht rationeller ist, solche Mehrzwecktypen durch Gebrauchskreuzung zu erzeugen. Die Gründe hierfür sind die folgenden:

a) Die Herauszüchtung von Mehrzweckrassen ist wegen der vielseitigen Natur des Zuchtzieles eine verwickelte und langwierige Aufgabe.

b) Es gibt nur wenige Individuen — selbst bei den auf eine grosse züchterische Vergangenheit zurückblickenden Mehrzweckrassen —, die in jeder Richtung einer überragenden Leistung fähig sind (z. B. Billige Eiproduktion und Fleischproduktion, Milchleistung und Fleischleistung, grosse Körpermasse und Schnelligkeit usw.).

c) Das durch Kreuzung herausgebrachte Mehrzwecktier ermöglicht, das Kombinieren von vorteilhaften wirtschaftlichen und biologischen wertbestimmenden Eigenschaften und zugleich deren Einheit auf einem verhältnismässig optimal hohen Niveau zu sichern.

Die ausländischen Erfahrungen sowie die kurz skizzierten ungarischen Forschungsergebnisse, über die der Verfasser hier bereits als Positivum berichten konnte, eröffnen zweifellos neue Perspektiven für die Erhöhung der Leistung unserer Tierzucht. Es ist heute bereits unbestritten, dass man die Gebrauchskreuzung bei der Züchtung der meisten Tierrassen mit mehr oder weniger grossem Erfolg auch in der Praxis anwenden kann. Es unterliegt aber gleichfalls keinem Zweifel, dass es noch vieler Forschungen und organisatorischer Arbeiten bedarf, bis die breite Praxis imstande sein wird, die durch die Gebrauchskreuzung gebotenen Möglichkeiten vollständig und optimal auszunutzen.

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki felelős: Farkas Sándor

Kézirat beérkezett: 1955. XI. 26. — Terjedelem: 18 (A/5) f v, 120 ábra + 3 melléklet

38296/56 Akadémiai Nyomda, Gerlőczy u. 2. — Felelős vezető: Puskás Ferenc

Les Acta Agronomica paraissent en russe, français, anglais et allemand et publient des mémoires du domaine des sciences agronomiques.

Les Acta Agronomica sont publiés sous forme de fascicules qui seront réunis en un volume.

On est prié d'envoyer les manuscrits destinés à la rédaction, et écrits à la machine à l'adresse suivante :

Acta Agronomica
Budapest 62, Postafiók 440.

Toute correspondance doit être envoyée à cette même adresse.

Le prix de l'abonnement est de 110 forints par volume.

On peut s'abonner à l'Entreprise pour le Commerce Extérieur de Livres et Journaux «Kultúra» (Budapest, VI., Sztálin út 21. Compte-courant No. 43-790-057-181) ou à l'étranger chez tous les représentants ou dépositaires.

The Acta Agronomica publish papers on agronomical subjects, in Russian, French, English and German.

The Acta Agronomica appear in parts of various size, making up one volume.

Manuscripts should be typed and addressed to :

Acta Agronomica,
Budapest 62, Postafiók 440.

Correspondence with the editors or publishers should be sent to the same address.

The rate of subscription to the Acta Agronomica is 110 forints a volume. Orders may be placed with "Kultúra" Foreign Trade Company for Books and Newspapers (Budapest, VI., Sztálin út 21. Account No. 43-790-057-181) or with representatives abroad.

Die Acta Agronomica veröffentlichen Abhandlungen aus dem Bereiche der agronomischen Wissenschaften in russischer, französischer, englischer und deutscher Sprache.

Die Acta Agronomica erscheinen in Heften wechselnden Umfanges. Mehrere Hefte bilden einen Band.

Die zur Veröffentlichung bestimmten Manuskripte sind, mit Maschine geschrieben, an folgende Adresse zu senden :

Acta Agronomica,
Budapest 62, Postafiók 440.

An die gleiche Anschrift ist auch jede für die Redaktion und den Verlag bestimmte Korrespondenz zu richten.

Abonnementpreis pro Band 110 forint. Bestellbar bei dem Buch- und Zeitungs-Aussenhandels-Unternehmen »Kultúra« (Budapest, VI., Sztálin út 21. Bankkonto Nr. 43-790-057-181) oder bei seinen Auslandsvertretungen und Kommissionären.

I N D E X

- Sedlmayr, K.* : The Use of Heterosis in Breeding Beta vulgaris — *К. Седльмайр*: Гетерозная селекция обыкновенной свёклы 285
- Kozma, P.* : Étude sur la variabilité et la fécondité des types floraux du cépage de Kadarka — *П. Козма*: Изменчивость и плодородность цветковых типов венгерского сорта винограда «Кадарка» 301
- Ubrizsy, G.* : Die ruderalen Unkrautgesellschaften Ungarns. II. Studien über Ökologie und Sukzession. — *Г. Убризси*: Рудеральные ценозы сорняков Венгрии. II. Студии по экологии и сукцессии 393
- Jermy, T. und Sáring, Gy.* : Die Rolle der Photoperiode in der Auslösung der Diapause des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say (und des amerikanischen weissen Bärenspinners (*Hyphantria cunea* Drury)). — *Т. Ерми, Дь. Шарингер*: Роль фотопериода в вызове диапаузы у колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) и у американской белой бабочки (*Hyphantria cunea* Drury) 419
- Kállai, L., Aros, B., Biskup, F. und Kralovánszky, U. P.* : Der einfluss von Vitamin B₁₂ auf die Eierproduktion und Brutfähigkeit. — *Л. Каллаи, Б. Арош, Ф. Бискуп и У. П. Кралоовански*: Роль витамина B₁₂ в производстве яиц и в их выводимости 441
- Horn, A.* : Contribution to the economic, biological and zootechnical problems of commercial crossing with special reference to the results of research work in Hungary. — *А. Хорн*: Данные к хозяйственно-экономическим, биологическим и зоотехническим вопросам промышленного скрещивания, с особым учетом исследований в Венгрии 451